# บรรณานุกรม


## ภาษาไทย

### หนังสือ

วารี หะวานนท์, การบัญชีธนาคาร, กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2527.

ศิริวรรณ ลัญชานนท์, การจัดการตลาด, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2525.

สรชัย พิศาลบุตร, สถิติเพื่อการวิเคราะห์และวิจัย, กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาสถิติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

สุรศักดิ์ นานานุกูล, สถาบันการเงิน, กรุงเทพมหานคร, 2527.

### บทความ

_____, "ธกท.เงินฝากลดพันล้านสินทรัพย์ลดสามพันล้าน," การเงินธนาคาร 45 (มกราคม 2529): 66.

_____, "วิเคราะห์บทความ Strategy is different in services business," เอกสารกรณีศึกษาวิชานโยบายธุรกิจ (มกราคม 2529) : 18.

สมศิริ วงศ์วินัย, "อีเล็คทรอนิคแบงค์กิ้งของไทย," การเงินธนาคาร 33 (มกราคม 2528): 148.

### วิทยานิพนธ์

ชูชาติ เลิศจินดนากิจ, "การศึกษาความคิดเห็นของผู้บริโภคเกี่ยวกับการให้บริการเครื่องฝาก-ถอนเงินอัตโนมัติของธนาคารพาณิชย์ในเขตกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาบริหารธุรกิจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

ไชยยง ปฐวินทรานนท์, "พฤติกรรมการให้กู้ยืมของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2527.

สมทรง จิรพัฒนกุล, "การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการธนาคารและการเงิน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

สมบุญ บุญดีกุล, "การพยากรณ์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

ภาษาต่างประเทศ

Abraham, Bovas; and Ledolter, Johannes. Statistical Methods for Forecasting New York : John Wiley & Sons, Inc., 1983.

Drucker, Peter F. "Management for Business Effectiveness." Harvard Business Review (May-June 1963) : 107.

Evanston, IL. SYSTAT User's manual. SYSTAT Inc., 1984.

_____. STATPAK User's manual. Northwest Analytical Inc., 1984.

Makridakis, Spyros; Wheelwright, Steven C. Interactive Forecasting. California : Holden-Day, Inc., 1978.

Makridakis, Spyros; Wheelwright, Steven C.; McGee, Victor E. Forecasting : Methods and Applications. New York : John Wiley & Sons, 1983.

Pantumsinchai, Pricha; Hassan; and Ishwar. Basic Program for Production and Operation Management. New Jersey : Prentice-Hall, 1983.

Seitz, Neil. Business Forecasting : Concepts and Microcomputer Applications Virginia : Reston Publishing Company, Inc., 1984.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ก.

## ข้อมูลต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก-1 แสดงยอดเงินสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ไทยตั้งแต่ปี 2524-2528

หน่วย : ล้านบาท

| YEAR | TIME | BBL | KTB | TFB | SCB | BAY | BBC | BMB | SBL | FCB | TMB | BOA | SYB | UBB | TDB | LTB | NTB | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2524.01 | 24 | 96140 | 33314 | 28292 | 13299 | 11519 | 9313 | 10554 | 6981 | 7763 | 6275 | 4561 | 4253 | 3597 | 2460 | 1650 | 1120 | 241091 |
| 2524.02 | | 99352 | 33223 | 30927 | 14086 | 11561 | 9627 | 10656 | 7078 | 8170 | 6585 | 4731 | 4580 | 3671 | 2593 | 1679 | 1117 | 249636 |
| 2524.03 M | | 98923 | 34582 | 30856 | 14147 | 11997 | 9538 | 11049 | 7092 | 8010 | 6635 | 4715 | 4581 | 3745 | 2769 | 1710 | 1170 | 251519 |
| 2524.04 | | 100246 | 36333 | 33049 | 14697 | 12125 | 9719 | 11605 | 7412 | 8144 | 6976 | 4826 | 4684 | 3632 | 2791 | 1743 | 1246 | 259228 |
| 2524.05 | | 100984 | 35672 | 32600 | 15270 | 12044 | 9849 | 12090 | 7451 | 8576 | 6995 | 4911 | 4769 | 3633 | 2883 | 1698 | 1150 | 260572 |
| 2524.06 J | | 103434 | 33992 | 33446 | 15862 | 11995 | 9676 | 12172 | 7362 | 8715 | 7010 | 4897 | 4887 | 3665 | 2922 | 1692 | 1229 | 262958 |
| 2524.07 | | 106684 | 32679 | 33637 | 15892 | 11963 | 10271 | 12047 | 7394 | 8465 | 7181 | 5158 | 4904 | 3622 | 2724 | 1669 | 1146 | 265436 |
| 2524.08 | | 106974 | 32118 | 32974 | 15964 | 11901 | 10456 | 12495 | 7482 | 8530 | 7348 | 5245 | 4844 | 3875 | 2701 | 1715 | 1202 | 265804 |
| 2524.09 S | | 107093 | 32203 | 33293 | 15709 | 11948 | 10576 | 12234 | 7558 | 8859 | 7395 | 5145 | 4836 | 3965 | 2851 | 1762 | 1242 | 266669 |
| 2524.10 | | 105537 | 31327 | 35520 | 15487 | 12298 | 10802 | 12536 | 7576 | 8785 | 7373 | 5171 | 4741 | 3914 | 2755 | 1793 | 1277 | 266892 |
| 2524.11 | | 107066 | 31115 | 36039 | 15701 | 12183 | 11024 | 12577 | 7879 | 8987 | 7665 | 5238 | 4711 | 3973 | 2815 | 1735 | 1337 | 270145 |
| 2524.12 D | | 113560 | 31792 | 39806 | 16081 | 12336 | 11170 | 12706 | 8037 | 9227 | 7885 | 5219 | 5032 | 4123 | 2931 | 1930 | 1487 | 283278 |
| 2525.01 | 25 | 112202 | 33420 | 39589 | 16650 | 12700 | 11988 | 12788 | 8295 | 9350 | 8158 | 5327 | 5173 | 4325 | 2848 | 1959 | 1576 | 286348 |
| 2525.02 | | 114347 | 35355 | 41777 | 17113 | 12809 | 12075 | 13161 | 8432 | 9743 | 8575 | 5315 | 5330 | 4237 | 2957 | 1974 | 1596 | 294796 |
| 2525.03 M | | 115786 | 37400 | 40761 | 18755 | 12985 | 12146 | 13743 | 8467 | 9487 | 8797 | 5416 | 5292 | 4188 | 3069 | 1974 | 1571 | 299837 |
| 2525.04 | | 117372 | 39301 | 40847 | 18889 | 13300 | 11787 | 13721 | 8530 | 9174 | 8939 | 5426 | 5370 | 4366 | 3057 | 2104 | 1591 | 303779 |
| 2525.05 | | 117880 | 38378 | 41298 | 18902 | 13105 | 11730 | 13317 | 8626 | 8760 | 9128 | 5706 | 5346 | 4455 | 3210 | 2064 | 1581 | 303486 |
| 2525.06 J | | 119999 | 38317 | 40756 | 19000 | 12847 | 11489 | 13634 | 8529 | 8678 | 9001 | 5702 | 4991 | 4647 | 3061 | 2038 | 1639 | 304128 |
| 2525.07 | | 121285 | 36401 | 39503 | 19140 | 12756 | 11790 | 13367 | 8679 | 8461 | 9133 | 5707 | 4982 | 4556 | 3018 | 2032 | 1728 | 302538 |
| 2525.08 | | 121601 | 36124 | 36350 | 19580 | 13024 | 11825 | 12623 | 8859 | 8252 | 9423 | 5904 | 5072 | 4246 | 3172 | 2063 | 1682 | 299800 |
| 2525.09 S | | 123111 | 37248 | 37811 | 19559 | 13256 | 11885 | 13118 | 8857 | 8222 | 9443 | 5996 | 5159 | 4035 | 3390 | 2093 | 1734 | 304917 |
| 2525.10 | | 124062 | 38241 | 38272 | 20151 | 13506 | 12064 | 13286 | 8968 | 8438 | 9444 | 5919 | 5030 | 3932 | 3383 | 2149 | 1729 | 308574 |
| 2525.11 | | 127109 | 40041 | 39539 | 21055 | 14111 | 12114 | 13909 | 9073 | 8546 | 9591 | 6256 | 4919 | 4047 | 3399 | 2207 | 1779 | 317693 |
| 2525.12 D | | 132440 | 42709 | 40943 | 21444 | 14479 | 12331 | 14853 | 9026 | 8893 | 10209 | 6160 | 4988 | 4042 | 3419 | 2166 | 1904 | 330006 |
| 2526.01 | 26 | 135256 | 39589 | 43637 | 21262 | 14649 | 13007 | 14765 | 9179 | 8918 | 10485 | 6524 | 5107 | 4537 | 3453 | 2205 | 1941 | 334514 |
| 2526.02 | | 139261 | 42673 | 44233 | 21486 | 15641 | 13337 | 15352 | 9475 | 9221 | 10477 | 6951 | 5005 | 4781 | 3342 | 2297 | 1944 | 345476 |
| 2526.03 M | | 141263 | 42216 | 44548 | 22772 | 16392 | 13903 | 14996 | 9131 | 9735 | 10785 | 6912 | 5057 | 4747 | 3433 | 2253 | 1931 | 350074 |
| 2526.04 | | 146185 | 41573 | 44627 | 23500 | 17067 | 14063 | 15030 | 9328 | 9725 | 11276 | 7168 | 4909 | 4998 | 3703 | 2348 | 1996 | 357496 |
| 2526.05 | | 147574 | 41920 | 47388 | 24702 | 18033 | 14265 | 15237 | 9384 | 9751 | 11966 | 7503 | 4887 | 5461 | 3949 | 2459 | 2012 | 366491 |
| 2526.06 J | | 149672 | 44712 | 47731 | 25420 | 18008 | 13850 | 16534 | 9483 | 9932 | 11883 | 7429 | 4789 | 5578 | 4171 | 2385 | 1998 | 373575 |

ที่มา : รายงาน ธ.พ. 1.1

ตาราง ก-1 แสดงยอดเงินสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ไทยตั้งแต่ปี 2524-2528 (ต่อ)

หน่วย : ล้านบาท

| YEAR | TIME | BBL | KTB | TFB | SCB | BAY | BBC | BMB | SBL | FCB | TMB | BOA | SYB | UBB | TDB | LTB | NTB | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2526.07 | | 151225 | 42650 | 47941 | 25519 | 18539 | 14253 | 16672 | 10007 | 9814 | 12175 | 7645 | 4862 | 5684 | 4117 | 2382 | 2044 | 375529 |
| 2526.08 | | 154661 | 42984 | 49448 | 25963 | 18816 | 14715 | 17438 | 10031 | 10239 | 12958 | 7971 | 4886 | 5814 | 4224 | 2396 | 2083 | 384627 |
| 2526.09 S | | 158072 | 44094 | 51754 | 26996 | 19351 | 14864 | 18052 | 10286 | 10262 | 13355 | 8232 | 5077 | 5952 | 4268 | 2402 | 2329 | 395346 |
| 2526.10 | | 161788 | 44863 | 53851 | 28084 | 19590 | 15238 | 18774 | 11054 | 10558 | 13514 | 8587 | 5207 | 6140 | 4322 | 2356 | 2403 | 406329 |
| 2526.11 | | 167297 | 45707 | 55561 | 28999 | 19950 | 15698 | 19780 | 11687 | 11030 | 13911 | 8656 | 5357 | 6259 | 4408 | 2451 | 2522 | 419273 |
| 2526.12 D | | 170240 | 51051 | 57417 | 30277 | 19884 | 15893 | 19419 | 12239 | 12172 | 15328 | 8605 | 5858 | 6522 | 4477 | 2469 | 2482 | 434333 |
| 2527.01 | 27 | 170223 | 52857 | 60159 | 31167 | 20682 | 16772 | 19558 | 12831 | 12836 | 15825 | 9027 | 6120 | 6707 | 4474 | 2464 | 2737 | 444439 |
| 2527.02 | | 169245 | 53612 | 61800 | 32170 | 20954 | 17060 | 20266 | 12902 | 13261 | 15846 | 9043 | 6214 | 6644 | 4471 | 2682 | 2753 | 448923 |
| 2527.03 M | | 172068 | 55988 | 64053 | 33441 | 21407 | 17352 | 21165 | 13145 | 13292 | 16596 | 9073 | 6420 | 6692 | 4505 | 2678 | 2690 | 460565 |
| 2527.04 | | 172640 | 56961 | 64506 | 34460 | 22375 | 17526 | 21519 | 13213 | 12766 | 17285 | 9017 | 6521 | 6837 | 4699 | 2716 | 2705 | 465746 |
| 2527.05 | | 174189 | 58061 | 66171 | 35410 | 22596 | 17653 | 21071 | 13485 | 12911 | 17842 | 9068 | 6466 | 6974 | 4850 | 2814 | 2671 | 472232 |
| 2527.06 J | | 175853 | 57690 | 67343 | 35022 | 22819 | 17572 | 21292 | 13703 | 12350 | 17670 | 9013 | 6624 | 7032 | 4708 | 2752 | 2637 | 474080 |
| 2527.07 | | 176310 | 58164 | 67873 | 36039 | 22498 | 17936 | 21304 | 13835 | 12383 | 18357 | 9325 | 6785 | 7212 | 4777 | 2808 | 2803 | 478409 |
| 2527.08 | | 176492 | 58836 | 68960 | 36537 | 22802 | 18331 | 22177 | 14075 | 12669 | 18425 | 9739 | 7246 | 7323 | 4822 | 2749 | 2925 | 484108 |
| 2527.09 S | | 176248 | 59585 | 70351 | 36960 | 22767 | 18604 | 21972 | 14380 | 13295 | 18920 | 9722 | 7226 | 7373 | 4806 | 2860 | 3054 | 488123 |
| 2527.10 | | 177962 | 54552 | 70883 | 37432 | 22636 | 18908 | 21941 | 14696 | 13506 | 19219 | 9849 | 7518 | 7498 | 4920 | 2844 | 3084 | 487448 |
| 2527.11 | | 190551 | 54149 | 70393 | 39713 | 22276 | 19078 | 22724 | 15180 | 13889 | 19514 | 9896 | 6624 | 7652 | 4805 | 2854 | 2988 | 502286 |
| 2527.12 D | | 194915 | 55887 | 72474 | 40505 | 23590 | 19306 | 23333 | 16302 | 14134 | 21142 | 10230 | 7955 | 7900 | 5013 | 2895 | 3084 | 518665 |
| 2528.01 | 28 | 197792 | 57780 | 73124 | 40835 | 23849 | 19759 | 23457 | 16422 | 14091 | 21689 | 10039 | 7955 | 7976 | 5177 | 2978 | 3074 | 525997 |
| 2528.02 | | 201134 | 58822 | 74039 | 42095 | 24229 | 19798 | 24024 | 17031 | 14616 | 22287 | 10293 | 7955 | 8159 | 5284 | 2992 | 3318 | 536076 |
| 2528.03 M | | 203752 | 59280 | 74741 | 43068 | 24555 | 19881 | 24059 | 17232 | 16778 | 22766 | 10259 | 8919 | 8218 | 5633 | 2901 | 3316 | 545358 |
| 2528.04 | | 203643 | 59851 | 74036 | 43049 | 24173 | 19972 | 24152 | 17395 | 16542 | 22841 | 10475 | 9480 | 8420 | 5767 | 2941 | 3542 | 546279 |
| 2528.05 | | 202684 | 59492 | 73367 | 43767 | 24297 | 20174 | 24296 | 17637 | 16655 | 23194 | 10512 | 9728 | 8454 | 5667 | 2924 | 3586 | 546434 |
| 2528.06 J | | 202582 | 59136 | 73960 | 45690 | 24623 | 20060 | 24675 | 18020 | 16712 | 24234 | 10428 | 9723 | 8604 | 5871 | 2897 | 3610 | 550825 |
| 2528.07 | | 197187 | 57669 | 73911 | 45981 | 24782 | 20212 | 24350 | 18152 | 17003 | 24737 | 10512 | 9609 | 8498 | 5948 | 2961 | 3572 | 545084 |
| 2528.08 | | 198884 | 58031 | 73044 | 46899 | 25548 | 20424 | 23456 | 18066 | 17242 | 24934 | 10640 | 9745 | 8385 | 5956 | 2959 | 3547 | 547760 |
| 2528.09 S | | 197873 | 58891 | 74071 | 46231 | 26020 | 20624 | 22791 | 18069 | 18162 | 25072 | 10761 | 9823 | 8586 | 5997 | 2954 | 3639 | 549564 |
| 2528.10 | | 198151 | 61112 | 74723 | 46332 | 25861 | 20448 | 23014 | 18157 | 18347 | 25461 | 10609 | 9851 | 8676 | 6057 | 2991 | 3607 | 553397 |
| 2528.11 | | 199040 | 61220 | 75230 | 46678 | 26530 | 20583 | 22710 | 18440 | 18796 | 25918 | 10868 | 9924 | 9013 | 5940 | 2992 | 3615 | 557497 |
| 2528.12 D | | 200815 | 61941 | 76888 | 47774 | 27028 | 20798 | 23680 | 19171 | 19683 | 26988 | 10887 | 10179 | 9251 | 6163 | 3061 | 3635 | 567942 |

ที่มา : รายงาน ธ.พ. 1.1

ตาราง ก-2 แสดงยอดเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ไทยตั้งแต่ปี 2524-2528 หน่วย : ล้านบาท

| YEAR | TIME | BBL | KTB | TFB | SCB | BAY | BBC | BMB | SBL | FCB | TMB | BOA | SYB | UBB | TDB | LTB | NTB | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2524.01 | 24 | 83206 | 31594 | 30248 | 14354 | 12936 | 11355 | 10472 | 8695 | 7905 | 7568 | 5108 | 4764 | 4175 | 2413 | 1543 | 605 | 236941 |
| 2524.02 F | | 85674 | 32048 | 32349 | 14773 | 13161 | 11729 | 10770 | 8877 | 7467 | 7682 | 5253 | 4854 | 4283 | 2468 | 1574 | 670 | 243632 |
| 2524.03 M | | 87724 | 32286 | 33434 | 15120 | 13175 | 12656 | 11692 | 9033 | 7687 | 7919 | 5595 | 4767 | 4302 | 2544 | 1630 | 702 | 250266 |
| 2524.04 A | | 88852 | 33860 | 34227 | 15357 | 13143 | 12661 | 11777 | 9219 | 7784 | 7870 | 5475 | 4827 | 4417 | 2520 | 1647 | 732 | 254368 |
| 2524.05 M | | 89391 | 34160 | 35218 | 15497 | 13168 | 12224 | 11366 | 9298 | 7848 | 7668 | 5567 | 4731 | 4359 | 2538 | 1639 | 822 | 255549 |
| 2524.06 J | | 93100 | 34701 | 35291 | 15506 | 13531 | 12355 | 11467 | 9308 | 7835 | 7649 | 5862 | 4867 | 4475 | 2599 | 1544 | 862 | 260952 |
| 2524.07 J | | 91760 | 34150 | 34934 | 15648 | 13376 | 12435 | 11240 | 9330 | 7896 | 7972 | 5671 | 4798 | 4507 | 2604 | 1514 | 881 | 258716 |
| 2524.08 A | | 92638 | 35059 | 35487 | 15787 | 13532 | 12658 | 11195 | 9410 | 7904 | 8158 | 5841 | 4836 | 4438 | 2639 | 1475 | 913 | 261970 |
| 2524.09 S | | 94762 | 36125 | 36020 | 15921 | 13733 | 13213 | 11592 | 9489 | 7934 | 8165 | 5721 | 4692 | 4499 | 2583 | 1528 | 904 | 266881 |
| 2524.10 O | | 92210 | 37751 | 37557 | 16042 | 13817 | 13164 | 11793 | 9505 | 7926 | 8460 | 5543 | 4694 | 4499 | 2594 | 1584 | 955 | 268094 |
| 2524.11 N | | 100086 | 38055 | 37996 | 16458 | 14054 | 13885 | 11423 | 9726 | 8253 | 8581 | 5696 | 4692 | 4585 | 2657 | 1600 | 1032 | 278779 |
| 2524.12 D | | 103269 | 40589 | 40912 | 16719 | 14489 | 14956 | 12032 | 10050 | 8532 | 9226 | 6082 | 5049 | 4672 | 2741 | 1779 | 1068 | 292165 |
| 2525.01 | 25 | 102018 | 39940 | 40275 | 17273 | 14446 | 15828 | 12326 | 10149 | 8440 | 9067 | 6122 | 4810 | 4840 | 2723 | 1829 | 1056 | 291142 |
| 2525.02 F | | 104317 | 41528 | 41472 | 17657 | 14661 | 15710 | 12840 | 10331 | 8493 | 9351 | 6316 | 4811 | 5088 | 2843 | 1811 | 1087 | 298316 |
| 2525.03 M | | 103802 | 42969 | 41867 | 18086 | 14939 | 16069 | 14219 | 10487 | 8584 | 9852 | 6522 | 4888 | 4976 | 2866 | 1773 | 1139 | 303033 |
| 2525.04 A | | 104233 | 42392 | 42065 | 18172 | 15199 | 15482 | 14542 | 10592 | 8643 | 9949 | 6386 | 4917 | 5030 | 2859 | 1752 | 1153 | 303336 |
| 2525.05 M | | 106189 | 43479 | 42774 | 18543 | 15402 | 15499 | 13682 | 10806 | 8847 | 10061 | 6756 | 4929 | 5275 | 2901 | 1795 | 1206 | 308144 |
| 2525.06 J | | 113384 | 45009 | 44263 | 19438 | 15809 | 15297 | 13006 | 10889 | 8873 | 10415 | 6838 | 5149 | 5350 | 2925 | 1815 | 1297 | 314757 |
| 2525.07 J | | 111102 | 43529 | 43346 | 20529 | 15863 | 15682 | 12918 | 11004 | 9032 | 10802 | 6617 | 5103 | 5374 | 2954 | 1836 | 1304 | 317005 |
| 2525.08 A | | 113281 | 44081 | 42549 | 21084 | 16190 | 16285 | 13280 | 11095 | 9218 | 10910 | 6677 | 5004 | 5483 | 3045 | 1368 | 1366 | 321416 |
| 2525.09 S | | 116772 | 46372 | 44238 | 21912 | 16485 | 16443 | 13536 | 11319 | 9496 | 11077 | 6908 | 5076 | 5503 | 3239 | 1964 | 1359 | 331697 |
| 2525.10 O | | 117283 | 46383 | 45100 | 21985 | 16792 | 16598 | 13479 | 11425 | 9722 | 11185 | 6866 | 5092 | 5487 | 3193 | 1943 | 1437 | 333970 |
| 2525.11 N | | 118690 | 49444 | 46184 | 22426 | 17257 | 16955 | 13923 | 11611 | 9994 | 11704 | 7023 | 5248 | 5580 | 3293 | 1977 | 1448 | 342757 |
| 2525.12 D | | 127558 | 52469 | 47655 | 23249 | 17603 | 17389 | 14275 | 11841 | 10490 | 12052 | 7419 | 5360 | 5826 | 3365 | 2022 | 1475 | 360068 |
| 2526.01 | 26 | 124574 | 51752 | 50279 | 23615 | 18026 | 18261 | 15032 | 12196 | 10450 | 12106 | 7530 | 5433 | 5952 | 3496 | 2075 | 1531 | 362308 |
| 2526.02 F | | 126434 | 52321 | 50817 | 24253 | 18131 | 19008 | 15645 | 12677 | 10489 | 12352 | 7840 | 5465 | 6133 | 3565 | 2160 | 1556 | 368846 |
| 2526.03 M | | 129179 | 52934 | 53663 | 25294 | 18510 | 19462 | 15953 | 13058 | 10754 | 12762 | 7798 | 5632 | 6253 | 3676 | 2279 | 1584 | 378791 |
| 2526.04 A | | 131152 | 52231 | 50801 | 25726 | 18628 | 19669 | 16288 | 13212 | 10824 | 12858 | 8005 | 5731 | 6289 | 3734 | 2263 | 1687 | 379098 |
| 2526.05 M | | 131995 | 53790 | 52989 | 26700 | 18997 | 20104 | 16866 | 13435 | 10969 | 13652 | 8044 | 5772 | 6656 | 3827 | 2315 | 1721 | 387832 |
| 2526.06 J | | 142183 | 55956 | 53973 | 26897 | 19232 | 20265 | 16748 | 13416 | 10920 | 14073 | 8576 | 5908 | 6679 | 3851 | 2274 | 1712 | 402663 |

ที่มา : รายงาน ธ.พ. 1.1

ตาราง ก-2 แสดงยอดเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ไทยตั้งแต่ปี 2524-2528 (ต่อ)

หน่วย : ล้านบาท

| YEAR | TIME | BBL | KTB | TFB | SCB | BAY | BBC | BMB | SBL | FCB | TMB | BOA | SYB | UBB | TDB | LTB | NTB | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2526.07 J | | 136926 | 54809 | 54054 | 27506 | 19428 | 20646 | 16858 | 13711 | 10942 | 14192 | 8408 | 5885 | 6771 | 3844 | 2312 | 1755 | 398047 |
| 2526.08 A | | 139248 | 56426 | 54838 | 27924 | 19754 | 20816 | 16997 | 13857 | 10964 | 14507 | 8516 | 5810 | 6763 | 3960 | 2202 | 1821 | 404403 |
| 2526.09 S | | 143018 | 58404 | 56335 | 28194 | 20137 | 21012 | 17121 | 13812 | 10847 | 14747 | 9030 | 5808 | 6776 | 4052 | 2259 | 1832 | 413384 |
| 2526.10 O | | 145948 | 58770 | 57230 | 29392 | 20706 | 21336 | 17560 | 13954 | 10905 | 14970 | 9288 | 5972 | 6873 | 4116 | 2252 | 1899 | 421171 |
| 2526.11 N | | 148086 | 60068 | 57111 | 30532 | 21110 | 21667 | 17947 | 14242 | 10988 | 16036 | 9392 | 6019 | 6997 | 4153 | 2296 | 1942 | 428586 |
| 2526.12 D | | 159968 | 63369 | 58560 | 31568 | 21641 | 21923 | 18142 | 14837 | 11480 | 16156 | 9801 | 6063 | 7043 | 4201 | 2305 | 2165 | 449222 |
| 2527.01 | 27 | 154909 | 61276 | 58449 | 31673 | 21449 | 22052 | 18365 | 14846 | 11327 | 16231 | 9660 | 6122 | 7215 | 4258 | 2230 | 2138 | 442200 |
| 2527.02 F | | 155766 | 63627 | 59837 | 33219 | 22010 | 22362 | 18779 | 15038 | 11758 | 16768 | 9905 | 6154 | 7623 | 4335 | 2391 | 2209 | 451781 |
| 2527.03 M | | 157340 | 64150 | 63268 | 34158 | 22578 | 22678 | 18931 | 15710 | 11898 | 16916 | 10039 | 6170 | 7844 | 4407 | 2179 | 2380 | 460646 |
| 2527.04 A | | 159774 | 63440 | 64782 | 35874 | 23136 | 22870 | 19095 | 16013 | 12358 | 17330 | 10272 | 6155 | 8128 | 4656 | 2212 | 2480 | 468575 |
| 2527.05 M | | 162206 | 64419 | 66162 | 36354 | 23584 | 22874 | 19210 | 16513 | 12502 | 17503 | 10203 | 6237 | 8237 | 4623 | 2189 | 2513 | 475329 |
| 2527.06 J | | 168996 | 65528 | 69153 | 38305 | 24594 | 23080 | 20148 | 16926 | 13013 | 18682 | 10860 | 6283 | 8403 | 4718 | 2295 | 2715 | 493699 |
| 2527.07 J | | 165324 | 65669 | 70144 | 39292 | 25156 | 23146 | 20127 | 17002 | 13166 | 19193 | 10796 | 6107 | 8424 | 4762 | 2233 | 2718 | 493257 |
| 2527.08 A | | 165714 | 66478 | 72547 | 39847 | 25783 | 23227 | 20146 | 16400 | 13100 | 20359 | 10767 | 5135 | 8601 | 4825 | 2234 | 2724 | 497887 |
| 2527.09 S | | 168288 | 67932 | 74822 | 39657 | 25629 | 23446 | 20164 | 16453 | 13376 | 22060 | 11187 | 5125 | 8610 | 4861 | 2205 | 2795 | 506610 |
| 2527.10 O | | 171358 | 67471 | 75217 | 40624 | 25710 | 23548 | 20241 | 16645 | 13463 | 20964 | 10853 | 6282 | 8818 | 4906 | 2220 | 2849 | 511169 |
| 2527.11 N | | 180767 | 70168 | 75030 | 42874 | 26363 | 23969 | 20604 | 17601 | 13820 | 21710 | 10943 | 6283 | 8939 | 5127 | 2258 | 2950 | 529406 |
| 2527.12 D | | 186167 | 71949 | 75766 | 43743 | 26650 | 24207 | 20783 | 18569 | 14141 | 23009 | 11483 | 6360 | 9058 | 5255 | 2387 | 3156 | 542683 |
| 2528.01 | 28 | 182794 | 69609 | 75851 | 44257 | 26642 | 24187 | 21465 | 18864 | 14063 | 22494 | 11344 | 6360 | 9210 | 5418 | 2415 | 3193 | 538166 |
| 2528.02 F | | 186568 | 68300 | 76975 | 44697 | 27075 | 24340 | 21307 | 19699 | 13923 | 22618 | 11465 | 6360 | 9495 | 5374 | 2350 | 3187 | 543733 |
| 2528.03 M | | 188112 | 77542 | 78311 | 46781 | 27470 | 24432 | 21345 | 19703 | 13938 | 22469 | 11602 | 8813 | 9397 | 5494 | 2300 | 3247 | 560956 |
| 2528.04 A | | 186731 | 71548 | 78291 | 47902 | 27846 | 24404 | 21306 | 20020 | 14165 | 22895 | 11583 | 9017 | 9464 | 5573 | 2320 | 3431 | 556496 |
| 2528.05 M | | 187200 | 72827 | 79148 | 48314 | 28096 | 24593 | 21431 | 20102 | 14169 | 22833 | 11495 | 9999 | 9360 | 5782 | 2218 | 3566 | 561133 |
| 2528.06 J | | 194997 | 75170 | 79950 | 50612 | 28762 | 24704 | 21439 | 20359 | 14617 | 24740 | 12117 | 10043 | 9595 | 5855 | 2314 | 3668 | 578942 |
| 2528.07 J | | 190481 | 73275 | 81988 | 51122 | 29251 | 24920 | 21795 | 20316 | 14956 | 25257 | 11937 | 9874 | 9702 | 5943 | 2341 | 3684 | 576842 |
| 2528.08 A | | 192593 | 76788 | 82065 | 51513 | 29372 | 25210 | 21886 | 20499 | 15049 | 25247 | 11840 | 7950 | 9719 | 5975 | 2319 | 3669 | 581694 |
| 2528.09 S | | 193106 | 76300 | 83036 | 50771 | 30213 | 25493 | 22054 | 21030 | 15512 | 25690 | 12077 | 8165 | 9999 | 5933 | 2281 | 3721 | 585431 |
| 2528.10 O | | 192989 | 74729 | 83839 | 51399 | 29908 | 25445 | 22022 | 21203 | 15235 | 26004 | 12090 | 7725 | 9901 | 6079 | 2302 | 3757 | 584627 |
| 2528.11 N | | 191773 | 75086 | 84484 | 51748 | 30094 | 25465 | 22046 | 21589 | 15294 | 26594 | 12654 | 7395 | 10005 | 6030 | 2244 | 4007 | 586508 |
| 2528.12 D | | 194930 | 79085 | 85927 | 52648 | 30582 | 26039 | 22412 | 22704 | 16097 | 27795 | 12991 | 8259 | 10254 | 6217 | 2332 | 4270 | 602542 |

ที่มา : รายงาน ธ.พ. 1.1

ตาราง ก-3 แสดงจำนวนสาขาทั้งหมดของธนาคารพาณิชย์ไทยตั้งแต่ปี 2527-2528

| YEAR | TIME | BBL | KTB | TFB | SCB | BAY | BBC | BMB | SBL | FCB | TMB | BOA | SYB | UBB | TDB | LTB | NTB |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2527.01 | 27 | 277 | 207 | 250 | 148 | 146 | 140 | 92 | 100 | 51 | 91 | 46 | 29 | 78 | 19 | 5 | 12 |
| 2527.02 | | 277 | 207 | 251 | 149 | 146 | 140 | 92 | 100 | 51 | 92 | 46 | 29 | 78 | 19 | 5 | 12 |
| 2527.03 | | 279 | 208 | 251 | 150 | 146 | 140 | 92 | 100 | 51 | 93 | 46 | 29 | 79 | 19 | 5 | 13 |
| 2527.04 | | 280 | 208 | 251 | 150 | 147 | 140 | 92 | 100 | 51 | 94 | 46 | 29 | 79 | 19 | 5 | 13 |
| 2527.05 | | 280 | 208 | 253 | 151 | 147 | 140 | 92 | 100 | 51 | 94 | 46 | 29 | 79 | 19 | 5 | 13 |
| 2527.06 | | 281 | 209 | 256 | 151 | 147 | 140 | 92 | 100 | 51 | 95 | 46 | 29 | 79 | 19 | 5 | 14 |
| 2527.07 | | 281 | 209 | 256 | 152 | 147 | 140 | 92 | 100 | 51 | 95 | 46 | 29 | 79 | 19 | 5 | 14 |
| 2527.08 | | 281 | 209 | 258 | 153 | 147 | 140 | 92 | 100 | 51 | 96 | 46 | 29 | 79 | 19 | 5 | 14 |
| 2527.09 | | 282 | 210 | 259 | 153 | 147 | 140 | 92 | 100 | 51 | 97 | 46 | 29 | 79 | 19 | 5 | 15 |
| 2527.10 | | 283 | 210 | 260 | 154 | 148 | 140 | 92 | 100 | 51 | 97 | 46 | 29 | 79 | 20 | 5 | 15 |
| 2527.11 | | 283 | 211 | 261 | 154 | 148 | 140 | 92 | 100 | 51 | 98 | 46 | 29 | 79 | 20 | 5 | 15 |
| 2527.12 | | 298 | 213 | 261 | 154 | 148 | 140 | 92 | 100 | 51 | 98 | 46 | 29 | 79 | 20 | 5 | 15 |
| 2528.01 | 28 | 298 | 213 | 261 | 155 | 148 | 140 | 92 | 100 | 51 | 98 | 46 | 29 | 79 | 21 | 5 | 15 |
| 2528.02 | | 298 | 213 | 261 | 155 | 148 | 140 | 92 | 100 | 51 | 100 | 46 | 29 | 79 | 21 | 5 | 15 |
| 2528.03 | | 299 | 213 | 261 | 156 | 149 | 140 | 92 | 100 | 51 | 101 | 46 | 30 | 79 | 21 | 5 | 16 |
| 2528.04 | | 301 | 214 | 263 | 156 | 150 | 140 | 92 | 100 | 51 | 103 | 46 | 30 | 79 | 21 | 5 | 17 |
| 2528.05 | | 301 | 215 | 263 | 157 | 151 | 140 | 92 | 100 | 51 | 105 | 46 | 30 | 79 | 21 | 5 | 17 |
| 2528.06 | | 303 | 216 | 263 | 157 | 151 | 140 | 92 | 100 | 51 | 107 | 46 | 30 | 79 | 21 | 5 | 18 |
| 2528.07 | | 306 | 216 | 268 | 157 | 151 | 140 | 93 | 100 | 51 | 110 | 46 | 30 | 79 | 21 | 5 | 18 |
| 2528.08 | | 306 | 216 | 269 | 158 | 152 | 140 | 93 | 100 | 51 | 110 | 46 | 30 | 79 | 21 | 5 | 18 |
| 2528.09 | | 306 | 217 | 270 | 158 | 152 | 140 | 93 | 100 | 51 | 111 | 46 | 30 | 80 | 22 | 5 | 18 |
| 2528.1 | | 306 | 217 | 272 | 158 | 152 | 140 | 93 | 100 | 51 | 113 | 46 | 30 | 80 | 22 | 5 | 18 |
| 2528.11 | | 307 | 217 | 272 | 162 | 153 | 140 | 93 | 100 | 52 | 114 | 46 | 30 | 81 | 22 | 5 | 19 |
| 2528.12 | | 307 | 217 | 273 | 162 | 153 | 140 | 93 | 100 | 52 | 116 | 46 | 30 | 81 | 22 | 5 | 19 |

ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย

ตาราง ก-4 แสดงยอดงบโฆษณาของธนาคารพาณิชย์ไทยตั้งแต่ปี 2525-2528 หน่วย : พันบาท

| YEAR | TIME | BBL | KTB | TFB | SCB | BAY | BBC | BMB | SBL | FCB | TMB | BOA | SYB | UBB | TDB | LTB | NTB |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2525.01 | 25 | 848.28 | 93.15 | 257.75 | 121.02 | 277.19 | 4.00 | 300.91 | 4.00 | 120.00 | 678.35 | 14.70 | 1245.50 | 4.00 | 21.04 | 38.02 | 6.50 |
| 2525.02 | F | 2657.76 | 82.17 | 106.03 | 31.79 | 183.39 | 4.00 | 101.04 | 7.00 | 102.00 | 395.38 | 15.88 | 1347.55 | 4.00 | 23.00 | 42.88 | 4.00 |
| 2525.03 | M | 1401.59 | 187.40 | 170.80 | 28.35 | 189.93 | 5.60 | 274.77 | 4.00 | 116.50 | 65.75 | 23.65 | 892.20 | 4.00 | 28.49 | 46.12 | 4.00 |
| 2525.04 | A | 1128.96 | 305.79 | 153.62 | 30.66 | 115.12 | 4.00 | 42.23 | 4.00 | 129.70 | 72.08 | 64.16 | 667.38 | 22.00 | 15.20 | 45.88 | 4.00 |
| 2525.05 | M | 497.16 | 293.67 | 136.44 | 29.35 | 71.79 | 4.00 | 135.78 | 4.00 | 109.00 | 70.10 | 86.34 | 896.66 | 10.00 | 20.25 | 42.88 | 4.00 |
| 2525.06 | J | 1438.38 | 204.77 | 1546.47 | 29.02 | 66.90 | 4.00 | 96.82 | 4.00 | 109.00 | 89.10 | 17.23 | 793.94 | 4.00 | 21.30 | 495.38 | 6.50 |
| 2525.07 | J | 821.13 | 429.49 | 1202.13 | 84.74 | 104.35 | 4.00 | 112.79 | 4.00 | 112.50 | 408.37 | 298.83 | 1561.20 | 4.00 | 26.10 | 47.74 | 4.00 |
| 2525.08 | A | 890.72 | 481.61 | 131.50 | 392.15 | 109.03 | 6.00 | 158.39 | 33.00 | 139.13 | 448.58 | 144.81 | 1487.90 | 25.33 | 18.72 | 40.50 | 22.00 |
| 2525.09 | S | 1300.59 | 128.61 | 92.91 | 473.05 | 45.40 | 4.00 | 309.93 | 14.00 | 4.00 | 531.23 | 156.11 | 1039.38 | 6.50 | 20.25 | 53.50 | 4.00 |
| 2525.10 | O | 728.79 | 286.39 | 85.96 | 600.19 | 66.35 | 4.00 | 213.40 | 4.00 | 4.20 | 145.80 | 138.00 | 1071.80 | 5.67 | 20.60 | 44.50 | 4.00 |
| 2525.11 | N | 984.76 | 365.71 | 71.68 | 526.10 | 52.30 | 4.00 | 256.78 | 14.00 | 4.00 | 238.62 | 58.09 | 186.00 | 11.00 | 19.09 | 38.02 | 4.00 |
| 2525.12 | D | 1006.18 | 541.08 | 99.87 | 34.22 | 239.77 | 0.00 | 279.90 | 34.00 | 14.46 | 144.37 | 99.02 | 204.75 | 16.40 | 17.92 | 44.28 | 0.00 |
| 2526.01 | 26 | 721.87 | 109.96 | 167.20 | 51.60 | 88.10 | 0.00 | 286.56 | 0.00 | 0.00 | 481.70 | 109.66 | 191.20 | 0.00 | 24.48 | 34.02 | 0.00 |
| 2526.02 | F | 827.29 | 174.95 | 1049.06 | 6.60 | 140.85 | 0.00 | 272.52 | 0.00 | 0.00 | 26.60 | 212.42 | 270.00 | 0.00 | 19.15 | 35.64 | 9.00 |
| 2526.03 | M | 849.60 | 175.10 | 206.61 | 230.31 | 154.70 | 0.00 | 169.72 | 0.00 | 0.00 | 85.70 | 168.46 | 740.59 | 0.00 | 38.85 | 42.12 | 0.00 |
| 2526.04 | A | 939.90 | 212.16 | 99.54 | 387.50 | 105.90 | 0.00 | 195.06 | 0.00 | 10.00 | 141.39 | 234.43 | 416.00 | 37.33 | 16.60 | 37.26 | 0.00 |
| 2526.05 | M | 792.37 | 160.48 | 135.81 | 77.00 | 70.00 | 0.00 | 370.96 | 10.50 | 0.00 | 401.68 | 98.62 | 456.00 | 0.00 | 26.04 | 31.32 | 9.00 |
| 2526.06 | J | 1086.06 | 141.59 | 130.31 | 11.00 | 110.35 | 0.00 | 317.15 | 4.00 | 0.00 | 353.21 | 93.75 | 33.20 | 0.00 | 33.10 | 34.02 | 9.00 |
| 2526.07 | J | 974.45 | 84.74 | 156.20 | 210.30 | 158.75 | 1.80 | 112.30 | 0.00 | 0.00 | 17.60 | 67.81 | 105.75 | 0.00 | 50.50 | 38.88 | 0.00 |
| 2526.08 | A | 799.90 | 132.73 | 242.08 | 0.80 | 127.10 | 4.05 | 197.57 | 185.80 | 40.25 | 51.32 | 85.53 | 0.00 | 6.40 | 30.30 | 40.50 | 0.00 |
| 2526.09 | S | 1015.59 | 158.55 | 428.61 | 896.80 | 130.90 | 0.00 | 101.84 | 0.00 | 0.00 | 128.65 | 70.93 | 16.25 | 0.00 | 42.35 | 35.64 | 14.70 |
| 2526.10 | O | 958.13 | 129.40 | 1146.25 | 452.35 | 98.70 | 0.90 | 99.97 | 0.00 | 0.00 | 11.60 | 117.02 | 29.49 | 0.00 | 28.97 | 34.02 | 0.00 |
| 2526.11 | N | 917.93 | 139.63 | 431.53 | 210.80 | 140.90 | 0.45 | 163.54 | 20.00 | 24.95 | 195.03 | 125.69 | 0.00 | 0.00 | 28.15 | 35.10 | 0.00 |
| 2526.12 | D | 1489.06 | 152.40 | 559.32 | 238.70 | 169.55 | 12.00 | 339.10 | 390.50 | 125.48 | 169.55 | 112.28 | 17.12 | 10.53 | 29.14 | 52.12 | 0.00 |

ที่มา : มีเดีย โฟกัส

หน่วย : พันบาท

ตาราง ก-4 แสดงยอดงบโฆษณาของธนาคารพาณิชย์ไทยตั้งแต่ปี 2525-2528 (ต่อ)

| YEAR | TIME | BBL | KTB | TFB | SCB | BAY | BBC | BMB | SBL | FCB | TMB | BOA | SYB | UBB | TDB | LTB | NTB |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2527.01 | 27 | 2100.20 | 145.40 | 647.50 | 82.80 | 122.80 | 0.00 | 364.10 | 569.70 | 37.60 | 38.70 | 128.10 | 19.50 | 0.00 | 29.90 | 6.40 | 0.00 |
| 2527.02 F | | 2122.90 | 109.90 | 369.20 | 0.00 | 140.70 | 35.50 | 389.50 | 424.90 | 50.20 | 259.30 | 145.70 | 34.00 | 40.00 | 71.80 | 42.50 | 0.00 |
| 2527.03 M | | 1882.60 | 145.40 | 317.40 | 85.20 | 95.70 | 10.50 | 486.50 | 300.30 | 58.50 | 152.80 | 219.90 | 32.50 | 0.00 | 50.20 | 42.10 | 3.00 |
| 2527.04 A | | 1691.80 | 207.60 | 430.30 | 469.70 | 108.30 | 9.00 | 969.90 | 148.50 | 27.10 | 129.60 | 226.90 | 4.10 | 10.30 | 23.90 | 48.30 | 0.00 |
| 2527.05 M | | 1675.10 | 138.30 | 390.80 | 277.80 | 139.10 | 0.50 | 417.90 | 56.50 | 99.40 | 677.70 | 232.40 | 50.70 | 0.00 | 29.60 | 42.10 | 0.00 |
| 2527.06 J | | 1501.50 | 145.20 | 1446.90 | 0.80 | 49.10 | 8.30 | 490.20 | 317.20 | 55.40 | 772.50 | 172.30 | 13.00 | 1.60 | 25.90 | 42.90 | 0.80 |
| 2527.07 J | | 1680.80 | 235.70 | 633.60 | 3.30 | 37.00 | 7.50 | 363.40 | 339.90 | 89.20 | 454.00 | 91.30 | 12.00 | 0.00 | 35.60 | 42.10 | 0.00 |
| 2527.08 A | | 1723.40 | 186.80 | 1551.30 | 14.50 | 75.20 | 18.50 | 576.60 | 185.90 | 78.00 | 440.90 | 133.70 | 8.00 | 17.10 | 62.60 | 51.70 | 8.00 |
| 2527.09 S | | 2087.10 | 163.40 | 558.80 | 13.50 | 106.40 | 18.00 | 375.20 | 136.50 | 322.20 | 405.90 | 168.00 | 4.00 | 4.00 | 80.00 | 54.00 | 14.50 |
| 2527.10 O | | 1554.70 | 95.30 | 624.10 | 10.30 | 277.90 | 1.00 | 351.50 | 235.50 | 582.90 | 353.70 | 177.20 | 0.00 | 0.00 | 75.90 | 43.70 | 0.00 |
| 2527.11 N | | 1243.60 | 241.40 | 518.40 | 339.80 | 133.10 | 9.00 | 382.80 | 1323.00 | 424.20 | 154.30 | 117.50 | 8.00 | 8.00 | 94.60 | 48.50 | 8.00 |
| 2527.12 D | | 2323.30 | 286.90 | 643.40 | 405.20 | 212.50 | 18.30 | 905.90 | 1505.90 | 430.10 | 132.20 | 376.30 | 4.00 | 10.80 | 83.60 | 84.80 | 67.00 |
| 2528.01 | 28 | 570.50 | 283.90 | 1235.00 | 16.00 | 155.00 | 20.60 | 545.80 | 1744.10 | 666.70 | 166.90 | 69.50 | 4.00 | 8.00 | 94.60 | 60.50 | 20.00 |
| 2528.02 F | | 678.50 | 214.50 | 516.00 | 13.30 | 101.90 | 0.60 | 865.50 | 1893.90 | 248.90 | 119.90 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 84.40 | 39.80 | 12.00 |
| 2528.03 M | | 530.90 | 171.20 | 910.70 | 16.00 | 439.40 | 0.40 | 543.40 | 717.00 | 34.70 | 782.20 | 82.10 | 0.00 | 0.00 | 87.10 | 55.50 | 12.50 |
| 2528.04 A | | 1096.70 | 228.70 | 607.80 | 790.60 | 633.60 | 0.40 | 491.00 | 686.40 | 48.90 | 818.80 | 47.00 | 66.30 | 45.00 | 136.30 | 40.50 | 648.20 |
| 2528.05 M | | 1644.00 | 163.60 | 389.70 | 657.70 | 519.60 | 10.40 | 517.50 | 799.00 | 29.40 | 423.20 | 36.20 | 46.00 | 53.10 | 105.70 | 43.70 | 39.60 |
| 2528.06 J | | 2430.40 | 127.30 | 624.70 | 479.50 | 95.10 | 25.10 | 574.50 | 415.10 | 50.30 | 977.80 | 52.60 | 700.20 | 140.00 | 106.70 | 46.80 | 37.00 |
| 2528.07 J | | 2141.1 | 108.3 | 521.3 | 500.5 | 253.5 | 4.6 | 540.2 | 775.8 | 82.6 | 777.1 | 69.1 | 497 | 53.8 | 98.9 | 47.7 | 4 |
| 2528.08 A | | 1667.2 | 123.5 | 455.8 | 16 | 974 | 6.2 | 484.8 | 1011.5 | 118.4 | 139.2 | 49.7 | 20.5 | 89.1 | 119.5 | 53.7 | 18.5 |
| 2528.09 S | | 1387.6 | 72.3 | 490.4 | 10 | 133.8 | 9.4 | 417 | 195.6 | 62.1 | 153.7 | 51.6 | 77.7 | 62 | 108.1 | 53.2 | 4 |
| 2528.10 O | | 1518.4 | 31.5 | 357.7 | 60 | 213.6 | 4.4 | 371.6 | 325.3 | 47.6 | 288.5 | 541.3 | 9 | 56.7 | 116 | 59.7 | 8.5 |
| 2528.11 N | | 1326.5 | 110.7 | 505.6 | 66 | 233.4 | 0.4 | 465.9 | 183.7 | 79.4 | 203 | 41.7 | 29 | 81.4 | 185.9 | 54 | 40.9 |
| 2528.12 D | | 1197.1 | 85.6 | 731.3 | 134.5 | 353.1 | 10.4 | 428.2 | 422.4 | 65.2 | 245.5 | 36.7 | 0 | 108.3 | 110.8 | 58.1 | 4.5 |

ที่มา : มีเดีย โฟกัส

ตาราง ก-5 แสดงส่วนแบ่งตลาดสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ไทยตั้งแต่ปี 2524-2528

หน่วย : ร้อยละ

| YEAR | TIME | BBL | KTB | TFB | SCB | BAY | BBC | BMB | SBL | FCB | TMB | BOA | SYB | UBB | TDB | LTB | NTB |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2524.01 | 24 | 39.88 | 13.82 | 11.73 | 5.52 | 4.78 | 3.86 | 4.38 | 2.90 | 3.22 | 2.60 | 1.89 | 1.76 | 1.49 | 1.02 | 0.68 | 0.46 |
| 2524.02 | | 39.80 | 13.31 | 12.39 | 5.64 | 4.63 | 3.86 | 4.27 | 2.84 | 3.27 | 2.64 | 1.90 | 1.83 | 1.47 | 1.04 | 0.67 | 0.45 |
| 2524.03 M | | 39.33 | 13.75 | 12.27 | 5.62 | 4.77 | 3.79 | 4.39 | 2.82 | 3.18 | 2.64 | 1.87 | 1.82 | 1.49 | 1.10 | 0.68 | 0.47 |
| 2524.04 | | 38.67 | 14.02 | 12.75 | 5.67 | 4.68 | 3.75 | 4.48 | 2.86 | 3.14 | 2.69 | 1.86 | 1.81 | 1.40 | 1.08 | 0.67 | 0.48 |
| 2524.05 | | 38.75 | 13.69 | 12.51 | 5.86 | 4.62 | 3.78 | 4.64 | 2.86 | 3.29 | 2.68 | 1.88 | 1.83 | 1.39 | 1.11 | 0.65 | 0.44 |
| 2524.06 J | | 39.34 | 12.93 | 12.72 | 6.03 | 4.56 | 3.68 | 4.63 | 2.80 | 3.31 | 2.67 | 1.86 | 1.86 | 1.39 | 1.11 | 0.64 | 0.47 |
| 2524.07 | | 40.19 | 12.31 | 12.67 | 5.99 | 4.51 | 3.87 | 4.54 | 2.79 | 3.19 | 2.71 | 1.94 | 1.85 | 1.36 | 1.03 | 0.63 | 0.43 |
| 2524.08 | | 40.25 | 12.08 | 12.41 | 6.00 | 4.48 | 3.93 | 4.70 | 2.81 | 3.21 | 2.76 | 1.97 | 1.82 | 1.46 | 1.02 | 0.65 | 0.45 |
| 2524.09 S | | 40.16 | 12.08 | 12.48 | 5.89 | 4.48 | 3.97 | 4.59 | 2.83 | 3.32 | 2.77 | 1.93 | 1.81 | 1.49 | 1.07 | 0.66 | 0.47 |
| 2524.10 | | 39.54 | 11.74 | 13.31 | 5.80 | 4.61 | 4.05 | 4.70 | 2.84 | 3.29 | 2.76 | 1.94 | 1.78 | 1.47 | 1.03 | 0.67 | 0.48 |
| 2524.11 | | 39.63 | 11.52 | 13.34 | 5.81 | 4.51 | 4.08 | 4.66 | 2.92 | 3.33 | 2.84 | 1.94 | 1.74 | 1.47 | 1.04 | 0.66 | 0.51 |
| 2524.12 D | | 40.08 | 11.22 | 14.05 | 5.68 | 4.35 | 3.96 | 4.69 | 2.84 | 3.26 | 2.78 | 1.84 | 1.78 | 1.46 | 1.03 | 0.68 | 0.52 |
| 2525.01 | 25 | 39.18 | 11.67 | 13.83 | 5.81 | 4.44 | 4.19 | 4.47 | 2.90 | 3.27 | 2.85 | 1.86 | 1.81 | 1.51 | 0.99 | 0.68 | 0.55 |
| 2525.02 | | 38.79 | 11.99 | 14.17 | 5.81 | 4.35 | 4.10 | 4.46 | 2.86 | 3.30 | 2.91 | 1.80 | 1.81 | 1.44 | 1.00 | 0.67 | 0.54 |
| 2525.03 M | | 38.62 | 12.47 | 13.59 | 6.26 | 4.33 | 4.05 | 4.58 | 2.82 | 3.16 | 2.93 | 1.81 | 1.76 | 1.40 | 1.02 | 0.66 | 0.52 |
| 2525.04 | | 38.64 | 12.94 | 13.45 | 6.22 | 4.38 | 3.88 | 4.52 | 2.81 | 3.02 | 2.94 | 1.79 | 1.77 | 1.44 | 1.01 | 0.69 | 0.52 |
| 2525.05 | | 38.84 | 12.65 | 13.61 | 6.23 | 4.32 | 3.87 | 4.39 | 2.84 | 2.89 | 3.01 | 1.88 | 1.76 | 1.47 | 1.06 | 0.68 | 0.52 |
| 2525.06 J | | 39.46 | 12.60 | 13.40 | 6.25 | 4.22 | 3.78 | 4.48 | 2.80 | 2.79 | 2.96 | 1.87 | 1.64 | 1.53 | 1.01 | 0.67 | 0.54 |
| 2525.07 | | 40.09 | 12.03 | 13.06 | 6.33 | 4.22 | 3.90 | 4.42 | 2.87 | 2.80 | 3.02 | 1.89 | 1.65 | 1.51 | 1.00 | 0.67 | 0.57 |
| 2525.08 | | 40.56 | 12.05 | 12.12 | 6.53 | 4.34 | 3.94 | 4.21 | 2.95 | 2.75 | 3.14 | 1.97 | 1.69 | 1.42 | 1.06 | 0.69 | 0.56 |
| 2525.09 S | | 40.38 | 12.22 | 12.40 | 6.41 | 4.35 | 3.90 | 4.30 | 2.90 | 2.70 | 3.10 | 1.97 | 1.69 | 1.32 | 1.11 | 0.69 | 0.57 |
| 2525.10 | | 40.20 | 12.39 | 12.40 | 6.53 | 4.38 | 3.91 | 4.31 | 2.91 | 2.73 | 3.06 | 1.92 | 1.63 | 1.27 | 1.10 | 0.70 | 0.56 |
| 2525.11 | | 40.01 | 12.60 | 12.45 | 6.63 | 4.44 | 3.81 | 4.38 | 2.86 | 2.69 | 3.02 | 1.97 | 1.55 | 1.27 | 1.07 | 0.69 | 0.56 |
| 2525.12 D | | 40.13 | 12.94 | 12.41 | 6.50 | 4.39 | 3.74 | 4.50 | 2.74 | 2.69 | 3.09 | 1.87 | 1.51 | 1.22 | 1.04 | 0.65 | 0.55 |
| 2526.01 | 26 | 40.43 | 11.83 | 13.04 | 6.36 | 4.38 | 3.89 | 4.41 | 2.74 | 2.67 | 3.13 | 1.95 | 1.53 | 1.36 | 1.03 | 0.66 | 0.58 |
| 2526.02 | | 40.31 | 12.35 | 12.80 | 6.22 | 4.53 | 3.86 | 4.44 | 2.74 | 2.67 | 3.03 | 2.01 | 1.45 | 1.38 | 0.97 | 0.66 | 0.56 |
| 2526.03 M | | 40.35 | 12.06 | 12.73 | 6.50 | 4.68 | 3.97 | 4.28 | 2.61 | 2.78 | 3.08 | 1.97 | 1.44 | 1.36 | 0.98 | 0.64 | 0.55 |
| 2526.04 | | 40.89 | 11.63 | 12.48 | 6.57 | 4.77 | 3.93 | 4.20 | 2.61 | 2.72 | 3.15 | 2.01 | 1.37 | 1.40 | 1.04 | 0.66 | 0.56 |
| 2526.05 | | 40.27 | 11.44 | 12.93 | 6.74 | 4.92 | 3.89 | 4.16 | 2.56 | 2.66 | 3.27 | 2.05 | 1.33 | 1.49 | 1.08 | 0.67 | 0.55 |
| 2526.06 J | | 40.06 | 11.97 | 12.78 | 6.80 | 4.82 | 3.71 | 4.43 | 2.54 | 2.66 | 3.18 | 1.99 | 1.28 | 1.49 | 1.12 | 0.64 | 0.53 |

หน่วย : ร้อยละ

ตาราง ก-5 แสดงส่วนแบ่งตลาดสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ไทยตั้งแต่ปี 2524-2528 (ต่อ)

| YEAR | TIME | BBL | KTB | TFB | SCB | BAY | BBC | BMB | SBL | FCB | TMB | BOA | SYB | UBB | TDB | LTB | NTB |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2526.07 | | 40.27 | 11.36 | 12.77 | 6.80 | 4.94 | 3.80 | 4.44 | 2.66 | 2.61 | 3.24 | 2.04 | 1.29 | 1.51 | 1.10 | 0.63 | 0.54 |
| 2526.08 | | 40.21 | 11.18 | 12.86 | 6.75 | 4.89 | 3.83 | 4.53 | 2.61 | 2.66 | 3.37 | 2.07 | 1.27 | 1.51 | 1.10 | 0.62 | 0.54 |
| 2526.09 | S | 39.98 | 11.15 | 13.09 | 6.83 | 4.89 | 3.76 | 4.57 | 2.60 | 2.60 | 3.38 | 2.08 | 1.28 | 1.51 | 1.08 | 0.61 | 0.59 |
| 2526.10 | | 39.82 | 11.04 | 13.25 | 6.91 | 4.82 | 3.75 | 4.62 | 2.72 | 2.60 | 3.33 | 2.11 | 1.28 | 1.51 | 1.06 | 0.58 | 0.59 |
| 2526.11 | | 39.90 | 10.90 | 13.25 | 6.92 | 4.76 | 3.74 | 4.72 | 2.79 | 2.63 | 3.32 | 2.06 | 1.28 | 1.49 | 1.05 | 0.58 | 0.60 |
| 2526.12 | D | 39.20 | 11.75 | 13.22 | 6.97 | 4.58 | 3.66 | 4.47 | 2.82 | 2.80 | 3.53 | 1.98 | 1.35 | 1.50 | 1.03 | 0.57 | 0.57 |
| 2527.01 | 27 | 38.30 | 11.89 | 13.54 | 7.01 | 4.65 | 3.77 | 4.40 | 2.89 | 2.89 | 3.56 | 2.03 | 1.38 | 1.51 | 1.01 | 0.55 | 0.62 |
| 2527.02 | | 37.70 | 11.94 | 13.77 | 7.17 | 4.67 | 3.80 | 4.51 | 2.87 | 2.95 | 3.53 | 2.01 | 1.38 | 1.48 | 1.00 | 0.60 | 0.61 |
| 2527.03 | M | 37.36 | 12.16 | 13.91 | 7.26 | 4.65 | 3.77 | 4.60 | 2.85 | 2.89 | 3.60 | 1.97 | 1.39 | 1.45 | 0.98 | 0.58 | 0.58 |
| 2527.04 | | 37.07 | 12.23 | 13.85 | 7.40 | 4.80 | 3.76 | 4.62 | 2.84 | 2.74 | 3.71 | 1.94 | 1.40 | 1.47 | 1.01 | 0.58 | 0.58 |
| 2527.05 | | 36.89 | 12.30 | 14.01 | 7.50 | 4.78 | 3.74 | 4.46 | 2.86 | 2.73 | 3.78 | 1.92 | 1.37 | 1.48 | 1.03 | 0.60 | 0.57 |
| 2527.06 | J | 37.09 | 12.17 | 14.20 | 7.39 | 4.81 | 3.71 | 4.49 | 2.89 | 2.61 | 3.73 | 1.90 | 1.40 | 1.48 | 0.99 | 0.58 | 0.58 |
| 2527.07 | | 36.85 | 12.16 | 14.19 | 7.53 | 4.70 | 3.75 | 4.45 | 2.89 | 2.59 | 3.84 | 1.95 | 1.42 | 1.51 | 1.00 | 0.59 | 0.59 |
| 2527.08 | | 36.46 | 12.15 | 14.24 | 7.55 | 4.71 | 3.79 | 4.58 | 2.91 | 2.62 | 3.81 | 2.01 | 1.50 | 1.51 | 1.00 | 0.57 | 0.60 |
| 2527.09 | S | 36.11 | 12.21 | 14.41 | 7.57 | 4.66 | 3.81 | 4.50 | 2.95 | 2.72 | 3.88 | 1.99 | 1.48 | 1.51 | 0.98 | 0.59 | 0.63 |
| 2527.10 | | 36.51 | 11.19 | 14.54 | 7.68 | 4.64 | 3.88 | 4.50 | 3.01 | 2.77 | 3.94 | 2.02 | 1.54 | 1.54 | 1.01 | 0.58 | 0.63 |
| 2527.11 | | 37.94 | 10.78 | 14.01 | 7.91 | 4.43 | 3.80 | 4.52 | 3.02 | 2.77 | 3.89 | 1.97 | 1.32 | 1.52 | 0.96 | 0.57 | 0.59 |
| 2527.12 | D | 37.58 | 10.78 | 13.97 | 7.81 | 4.55 | 3.72 | 4.50 | 3.14 | 2.73 | 4.08 | 1.97 | 1.53 | 1.52 | 0.97 | 0.56 | 0.59 |
| 2528.01 | 28 | 37.60 | 10.98 | 13.90 | 7.76 | 4.53 | 3.76 | 4.46 | 3.12 | 2.68 | 4.12 | 1.91 | 1.51 | 1.52 | 0.98 | 0.57 | 0.58 |
| 2528.02 | | 37.52 | 10.97 | 13.81 | 7.85 | 4.52 | 3.69 | 4.48 | 3.18 | 2.73 | 4.16 | 1.92 | 1.48 | 1.52 | 0.99 | 0.56 | 0.62 |
| 2528.03 | M | 37.36 | 10.87 | 13.70 | 7.90 | 4.50 | 3.65 | 4.41 | 3.16 | 3.08 | 4.17 | 1.88 | 1.64 | 1.51 | 1.03 | 0.53 | 0.61 |
| 2528.04 | | 37.28 | 10.96 | 13.55 | 7.88 | 4.43 | 3.66 | 4.42 | 3.18 | 3.03 | 4.18 | 1.92 | 1.74 | 1.54 | 1.06 | 0.54 | 0.65 |
| 2528.05 | | 37.09 | 10.89 | 13.43 | 8.01 | 4.45 | 3.69 | 4.45 | 3.23 | 3.05 | 4.24 | 1.92 | 1.78 | 1.55 | 1.04 | 0.54 | 0.66 |
| 2528.06 | J | 36.78 | 10.74 | 13.43 | 8.29 | 4.47 | 3.64 | 4.48 | 3.27 | 3.03 | 4.40 | 1.89 | 1.77 | 1.56 | 1.07 | 0.53 | 0.66 |
| 2528.07 | | 36.18 | 10.58 | 13.56 | 8.44 | 4.55 | 3.71 | 4.47 | 3.33 | 3.12 | 4.54 | 1.93 | 1.76 | 1.56 | 1.09 | 0.54 | 0.66 |
| 2528.08 | | 36.31 | 10.59 | 13.34 | 8.56 | 4.66 | 3.73 | 4.28 | 3.30 | 3.15 | 4.55 | 1.94 | 1.78 | 1.53 | 1.09 | 0.54 | 0.65 |
| 2528.09 | S | 36.01 | 10.72 | 13.48 | 8.41 | 4.73 | 3.75 | 4.15 | 3.29 | 3.30 | 4.56 | 1.96 | 1.79 | 1.56 | 1.09 | 0.54 | 0.66 |
| 2528.10 | | 35.81 | 11.04 | 13.50 | 8.37 | 4.67 | 3.69 | 4.16 | 3.28 | 3.32 | 4.60 | 1.92 | 1.78 | 1.57 | 1.09 | 0.54 | 0.65 |
| 2528.11 | | 35.70 | 10.98 | 13.49 | 8.37 | 4.76 | 3.69 | 4.07 | 3.31 | 3.37 | 4.65 | 1.95 | 1.73 | 1.62 | 1.07 | 0.54 | 0.65 |
| 2528.12 | D | 35.36 | 10.91 | 13.54 | 8.41 | 4.76 | 3.66 | 4.17 | 3.38 | 3.47 | 4.75 | 1.92 | 1.79 | 1.63 | 1.09 | 0.54 | 0.64 |

# ภาคผนวก ข.

## เทคนิคการพยากรณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข-1 สมการแนวโน้ม (Trend Curve)

สมการแนวโน้มเป็นการวิเคราะห์แนวโน้มอนุกรมเวลา โดยเลือกรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Formulars) ที่สามารถเข้ากับลักษณะของข้อมูลได้เหมาะสมที่สุด การตัดสินใจเลือกรูปแบบใด จะพิจารณาจากค่า R-square (Coefficient of Determination) ที่ให้ค่าสูงสุด

จากตาราง ข-1.1 เราจะเลือกสมการ $Y = a + bX$ ซึ่งเป็นสมการเชิงเส้นเพื่อใช้พยากรณ์ตัวแปร Y (ปริมาณเงินให้สินเชื่อ) เนื่องจากให้ค่า R-square สูงสุด ($R^2 = 0.976720$)

สมการแนวโน้มเชิงเส้นของ Y คือ

$$\hat{Y} = 88059 + 2055.9312\ X$$

(จุดเริ่มต้นอยู่ที่ปี 2524; X มีหน่วยเป็นเดือน

$\hat{Y}$ เป็นปริมาณเงินให้สินเชื่อของธนาคารกรุงเทพ จำกัด ( ..ล้านบาท))

ตาราง ข-1.1 การวิเคราะห์สมการแนวโน้มปริมาณเงินให้สินเชื่อของธนาคารกรุงเทพ จำกัด

CURVES ANALYSIS

*** SOLVE EQUATION ***

| CURVE | EQUATION-FORM | A | B | R-SQUARED | ADJ. R**2 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | A+B*X | +88059.000000 | +2055.931200 | 0.976720 | 0.976319 |
| 2 | A*EXP(B*X) | +95378.984000 | +0.014039 | 0.975209 | 0.974782 |
| 3 | A*(X**B) | +66777.078000 | +0.249596 | 0.820116 | 0.817015 |
| 4 | A+B/X | +160578.734000 | -125821.875000 | 0.256832 | 0.244019 |
| 5 | 1/(A+B*X) | +0.000010 | -0.000000 | 0.960690 | 0.960013 |
| 6 | X/(A*X+B) | +0.000006 | +0.000007 | 0.349881 | 0.338672 |
| 7 | A+B*LOG(X) | +39768.984000 | +35306.262000 | 0.766331 | 0.762302 |
| 8 | EXP(A+B/X) | +11.966365 | -0.930405 | 0.300726 | 0.288669 |

Press [SPACE] to return to menu

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สมการแนวโน้มมีอยู่ด้วยกัน 8 รูปแบบ ดังตาราง ข-1.2

ตาราง ข-1.2 รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สมการแนวโน้ม[1]

| Formula No. | Curve Type | Original Form | Linear Conversion |
|---|---|---|---|
| 1 | LINEAR | $Y = a + bX$ | $Y = a + bX$ |
| 2 | EXPONENTIAL | $Y = ae^{bx}$ | $\log Y = \log a + bX$ |
| 3 | MODIFIED EXPONENTIAL | $Y = aX^{b}$ | $\log Y = \log a + b \log X$ |
| 4 | INVERSE LINEAR | $Y = a + b/X$ | $Y = a + b/X$ |
| 5 | - | $Y = 1/(a+bX)$ | $1/Y = a + bX$ |
| 6 | - | $Y = X/(aX+b)$ | $1/Y = a + b/X$ |
| 7 | - | $Y = a + b \log X$ | $Y = a + b \log X$ |
| 8 | - | $Y = e^{(a+b/x)}$ | $\log Y = a + b/X$ |

หมายเหตุ Y แทนค่าพยากรณ์ ,X แทนช่วงเวลา และ a,b เป็นค่าคงที่ > 0

รูปแบบที่ 1 เป็นการวิเคราะห์แนวโน้มอนุกรมเวลาแบบเชิงเส้น (Linear Trend)

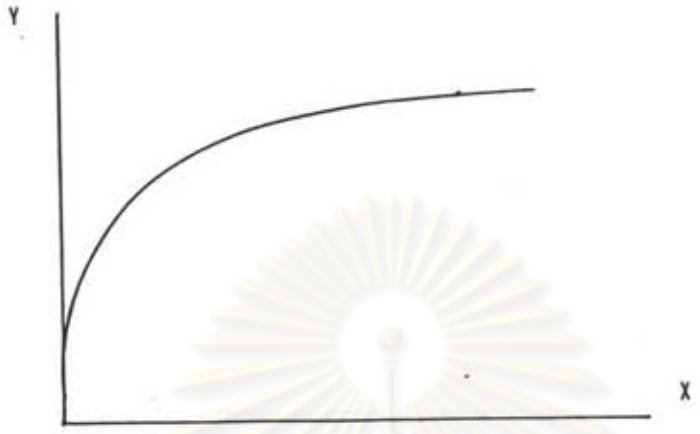
รูปแบบที่ 2 เป็นการวิเคราห์แนวโน้มอนุกรมเวลาแบบเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential Trend)

รูปแบบที่ 3 เป็นการวิเคราะห์แนวโน้มอนุกรมเวลาแบบ Modified Exponential ซึ่งมีสมการทั่วไปเป็น $Y = k + aX^{b}$ และมีรูปแบบของสมการดังรูป ข-1.1

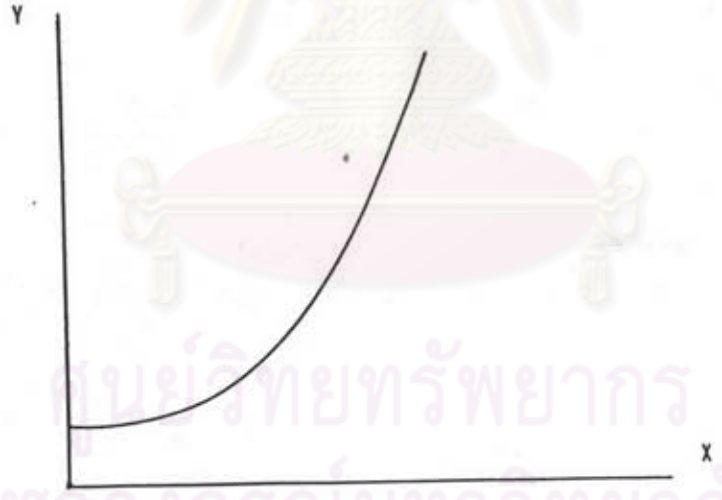
---

[1] Pricha Pantumsinchai, Hassan and Ishwar, Basic Program for Production and Operation Management (New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1983), p. 43.

รูป ช-1.1 แสดง Modified Exponential Curve[1]




0 < a, 0 < b < 1



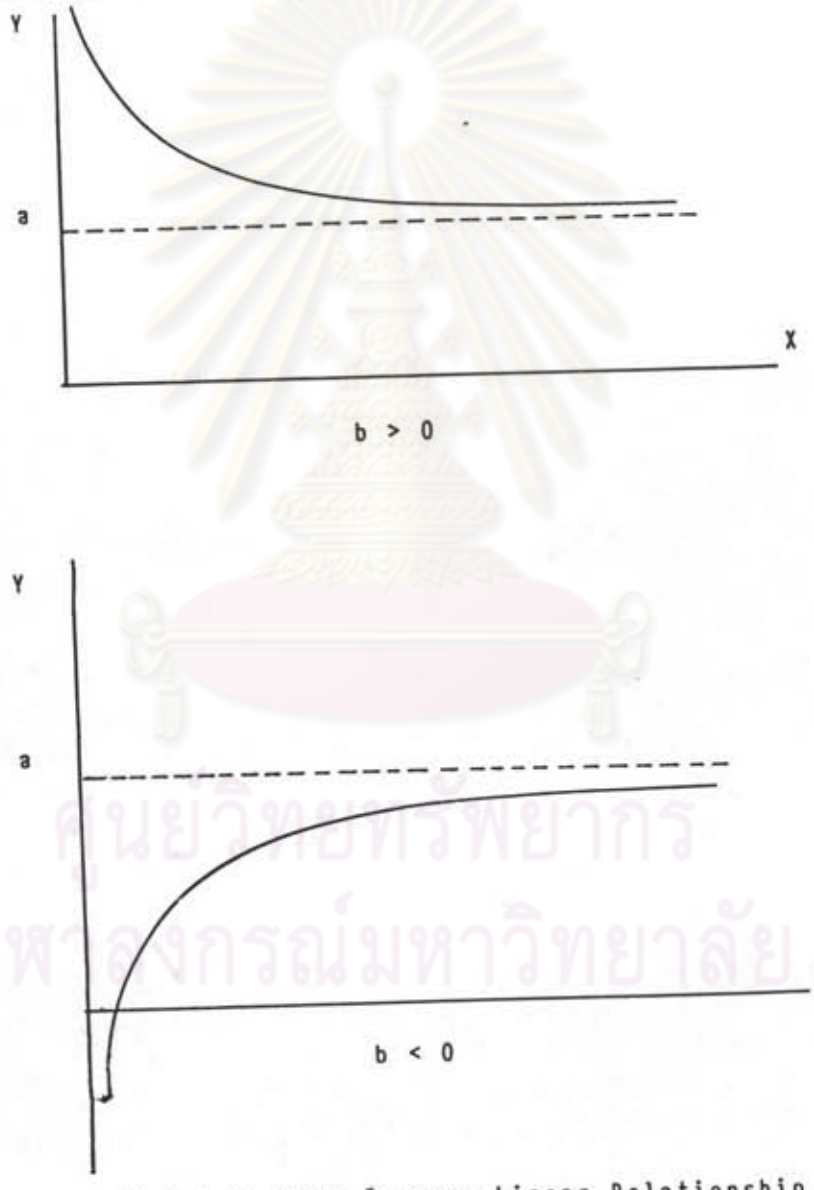

1 < b, 0 < a

[1] Neil Seitz, Business Forecasting : Concepts and Microcomputer Applications ( Virginia :Reston Publishing Company,Inc., 1984) p. 47.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแบบที่ 4 เป็นรูปแบบ Inverse Linear Trend มีสมการเป็น $Y = a + b(1/X)$[1]

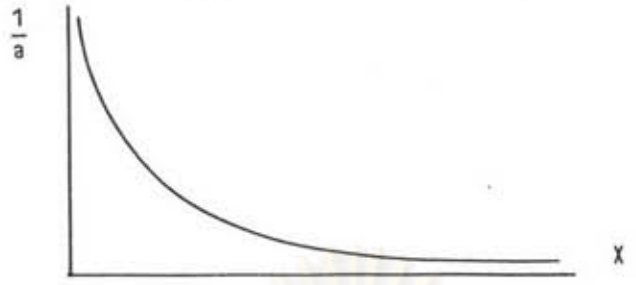
ตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบนี้คือการคำนวณต้นทุนการผลิตต่อหน่วย (Cost per Unit) โดยให้ต้นทุนแปรได้ต่อหน่วย (Variable cost per unit) เป็นค่า a และต้นทุนคงที่ทั้งหมด (Total fixed costs) เป็น b ถ้า X เป็นจำนวนหน่วยของการผลิต และ Y เป็นต้นทุนการผลิตต่อหน่วย ดังนั้น ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยจะเป็นไปตาม Inverse linear pattern ตามสมการข้างต้น กราฟของความสัมพันธ์ตามรูปแบบของสมการนี้ดังรูป ข-1.2




รูป ข-1.2 แสดง Inverse Linear Relationship

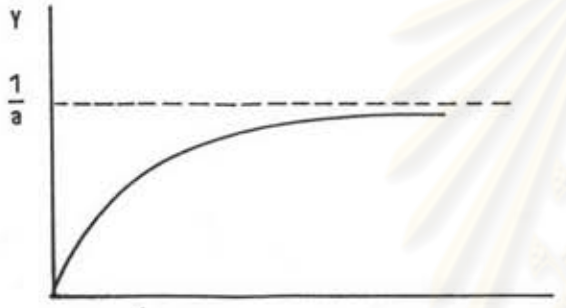
[1] Neil Seitz, Business Forecasting : Concepts and Microcomputer Applications ( Virginia :Reston Publishing Company,Inc., 1984) p. 47.

รูปแบบที่ 5 มีสมการเป็น $Y = 1/(a + bX)$ ซึ่งค่า Y มี limit เข้าสู่ศูนย์ ดังรูป ข-1.3



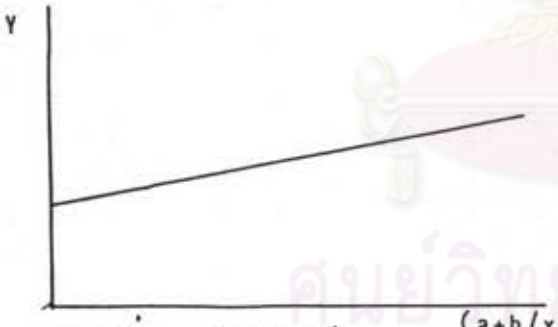

รูป ข-1.3 แสดงรูปแบบสมการ $Y = 1/(a+bx)$

รูปแบบที่ 6 มีสมการเป็น $Y = X/(aX + b)$ , $\lim_{X \to \infty} Y = 1/a$ มีสมการดังรูป ข-1.4



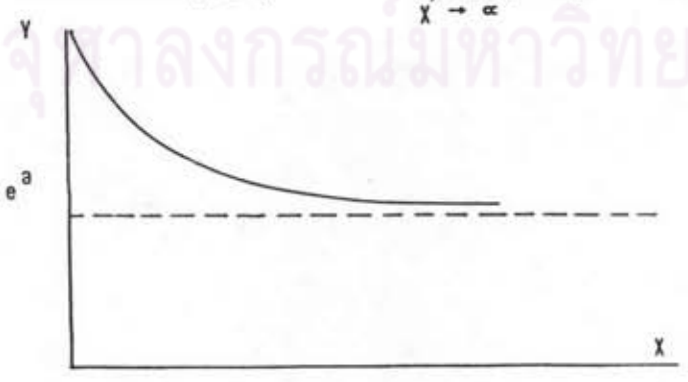

รูป ข-1.4 แสดงรูปแบบสมการ $Y = X/(ax+b)$

รูปแบบที่ 7 มีสมการเป็น $Y = a + b \log X$ ดังรูป ข-1.5




รูป ข-1.5 แสดงรูปแบบสมการ $Y = a+b\log X$

รูปแบบที่ 8 มีสมการเป็น $Y = e^{(a+b/x)}$ , $\lim_{X \to \infty} Y = e^{a}$ ดังรูป ข-1.6



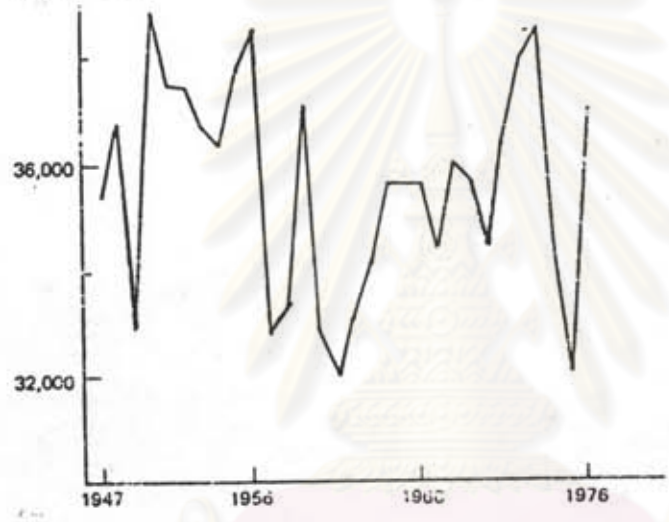

รูป ข-1.6 แสดงรูปแบบสมการ $Y = e^{(a+b/x)}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ข-2 วิธีหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average)

การหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ หมายถึงการเอาข้อมูลในอดีตมาถ่วงน้ำหนัก โดยให้น้ำหนักแต่ละข้อมูลในอดีตเท่า ๆ กัน เพื่อคาดคะเนผลในอนาคต วิธีการหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่อาจแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ Single Moving Average และ Linear Moving Average

Single Moving Average เป็นการหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบธรรมดา รูปแบบของวิธีนี้เป็นตัวแบบคงที่ (Horizontal Model) ที่ลักษณะของข้อมูลไม่ค่อยจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากค่าคงที่ของตัวแบบมากนัก ดังรูป ข-2.1




รูป ข-2.1

โดยทั่วไป ถ้าเรามีข้อมูลคือ $X_t, X_{t-1}, \ldots\ldots\ldots\ldots, X_{t-N+1}, X_{t-N}, \ldots\ldots X_1$ และ N เป็นจำนวนงวด (หรือ period) ที่ต้องการถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ($M_t$) ณ เวลาใด ๆ คือ

$$M_t = (X_t + X_{t-1} + \ldots\ldots\ldots + X_{t-N+1}) / N$$

หรือ $$M_t = M_{t-1} + (X_t - X_{t-N}) / N$$

การพยากรณ์ล่วงหน้า k งวด ณ เวลาที่ t คือ

$$F_t(k) = M_t \quad ; k = 1,2,\ldots\ldots\ldots$$

การพิจารณาเลือกค่า N ในการเฉลี่ยเคลื่อนที่ จะพิจารณาจากค่า N ที่ให้ค่าอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error; MAPE) ต่ำสุด

ผลการคำนวณโดยใช้การถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบธรรมดาของปริมาณเงินให้สินเชื่อของธนาคารกรุงไทย จำกัด เมื่อจำนวนเทอมในการเฉลี่ย N = 1 ดังปรากฏในตาราง ข-2.1 และตาราง ข-2.2

ตาราง ข-2.1 แสดงการพยากรณ์โดยวิธี Single Moving Average

SMAVE - SINGLE MOVING AVERAGE
TIME SERIES : KTB

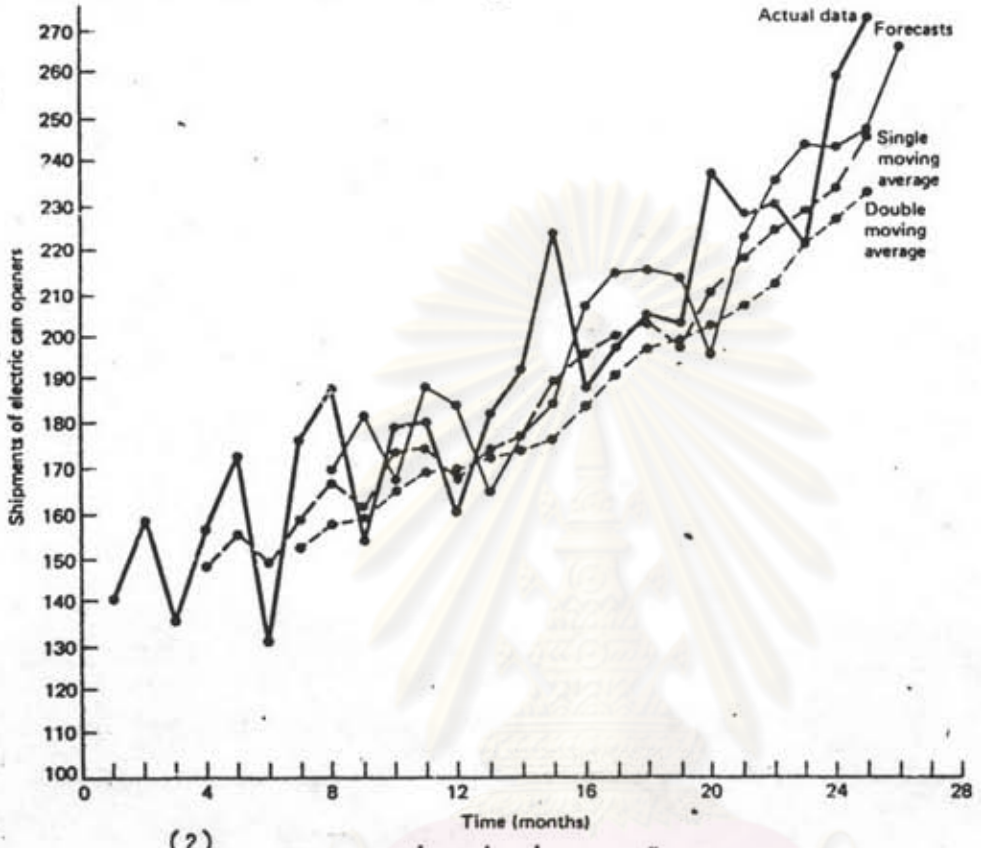
| PERIOD | ACTUAL | FORECAST | ERROR | %ERROR |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 33223.00 | 33314.00 | -91.00 | 0.27 |
| 3 | 34582.00 | 33223.00 | 1359.00 | 3.93 |
| 4 | 36333.00 | 34582.00 | 1751.00 | 4.82 |
| 5 | 35672.00 | 36333.00 | -661.00 | 1.85 |
| 6 | 33992.00 | 35672.00 | -1680.00 | 4.94 |
| 7 | 32679.00 | 33992.00 | -1313.00 | 4.02 |
| 8 | 32118.00 | 32679.00 | -561.00 | 1.75 |
| 9 | 32203.00 | 32118.00 | 85.00 | 0.26 |
| 10 | 31327.00 | 32203.00 | -876.00 | 2.80 |
| 11 | 31115.00 | 31327.00 | -212.00 | 0.68 |
| 12 | 31792.00 | 31115.00 | 677.00 | 2.13 |
| 13 | 33420.00 | 31792.00 | 1628.00 | 4.87 |
| 14 | 35355.00 | 33420.00 | 1935.00 | 5.47 |
| 15 | 37400.00 | 35355.00 | 2045.00 | 5.47 |
| 16 | 39301.00 | 37400.00 | 1901.00 | 4.84 |
| 17 | 38378.00 | 39301.00 | -923.00 | 2.41 |
| 18 | 38317.00 | 38378.00 | -61.00 | 0.16 |
| 19 | 36401.00 | 38317.00 | -1916.00 | 5.26 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 50 | 58822.00 | 57780.00 | 1042.00 | 1.77 |
| 51 | 59280.00 | 58822.00 | 458.00 | 0.77 |
| 52 | 59851.00 | 59280.00 | 571.00 | 0.95 |
| 53 | 59492.00 | 59851.00 | -359.00 | 0.60 |
| 54 | 59136.00 | 59492.00 | -356.00 | 0.60 |
| 55 | 57669.00 | 59136.00 | -1467.00 | 2.54 |
| 56 | 58031.00 | 57669.00 | 362.00 | 0.62 |
| 57 | 58891.00 | 58031.00 | 860.00 | 1.46 |
| 58 | 61112.00 | 58891.00 | 2221.00 | 3.63 |
| 59 | 61220.00 | 61112.00 | 108.00 | 0.18 |
| 60 | 61941.00 | 61220.00 | 721.00 | 1.16 |
| 61 | | 61941.00 | | |
| 62 | | 61941.00 | | |
| 63 | | 61941.00 | | |
| 64 | | 61941.00 | | |
| 65 | | 61941.00 | | |

NUMBER OF ERROR OBSNS 59
MEAN % ERROR OR BIAS .9828097
MEAN ABSOLUTE %ERROR 2.834119
MEAN SQUARED ERROR (MSE) 2739153
MEAN ABSOLUTE ERROR 1259.508
Press any key to continue.....

ตาราง ข-2.2 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ด้วยวิธีการ
พยากรณ์แบบ Single Moving Average

```
ENTER NUMBER OF PERIODS IN THE MOVING AVERAGE —>? 1

SMAVE   - SINGLE MOVING AVERAGE
TIME SERIES : KTB

NUMBER OF ERROR OBSNS  59
MEAN % ERROR OR BIAS  .9828097
MEAN ABSOLUTE %ERROR  2.834119
MEAN SQUARED ERROR (MSE)  2739153
MEAN ABSOLUTE ERROR  1259.508

                                  24000.00  34000.00  44000.00  54000.00  64000.00
PERIOD ACTUAL  FORECAST  +---------+---------+---------+---------+---------+
  1  33314.00            -         O
  2  33223.00  33314.00  -         +
  3  34582.00  33223.00  -         * O                    o = ค่าจริง
  4  36333.00  34582.00  -           *O                   * = ค่าพยากรณ์
  5  35672.00  36333.00  -           +                    + = ค่าจริง = ค่าพยากรณ์
  6  33992.00  35672.00  -         O *
  7  32679.00  33992.00  -         O*
  8  32118.00  32679.00  -
        |         |
        |         |
        |         |
        |         |
        |         |
        |         |
        |         |
        |         |
        |         |
        |         |
 46  54552.00  59585.00  -                                  O    *
 47  54149.00  54552.00  -                                 O*
 48  55887.00  54149.00  -                                 * O
 49  57780.00  55887.00  -                                   * O
 50  58822.00  57780.00  -                                     *O
 51  59280.00  58822.00  -                                      +
 52  59851.00  59280.00  -                                      *O
 53  59492.00  59851.00  -                                      O*
 54  59136.00  59492.00  -                                      +
 55  57669.00  59136.00  -                                     O*
 56  58031.00  57669.00  -                                     +
 57  58891.00  58031.00  -                                     *O
 58  61112.00  58891.00  -                                       * O
 59  61220.00  61112.00  -                                         +
 60  61941.00  61220.00  -                                         *O
 61            61941.00  -                                         *
 62            61941.00  -                                         *
 63            61941.00  -                                         *
 64            61941.00  -                                         *
 65            61941.00  -                                         *
PERIOD ACTUAL  FORECAST  +---------+---------+---------+---------+---------+
                                  24000.00  34000.00  44000.00  54000.00  64000.00
Press any key to continue.....
```

Linear Moving Average คือการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเส้นตรง ใช้กับข้อมูลที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงโดยมีแนวโน้ม (Linear Trend Process) คือมีส่วนคงที่ (Intercept) และส่วนของความลาดชัน (Slope Component) ดังรูป ข-2.3




รูป ข-2.3

ถ้าให้ $M_t^{(2)}$ เป็นการเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Average)

$M_t$ เป็นการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบธรรมดา (Single Moving Average)

N เป็นจำนวนงวดในการเฉลี่ย

จะได้ $$M_t^{(2)} = (M_{t-N+1}^{(2)} + \cdots\cdots\cdots + M_{t-1}^{(2)} + M_t^{(2)}) / N$$

หรือ $$M_t^{(2)} = M_{t-1}^{(2)} + (M_t - M_{t-N}) / N$$

สำหรับค่าความชัน ($b_t$) และ Intercept ($a_t$) ตลอดจนค่าพยากรณ์ k งวด คำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$b_t = 2(M_t - M_t^{(2)}) / (N-1)$$

$$a_t = 2M_t - M_t$$

$$F_t(k) = a_t + b_t k \quad ; k = 1,2,....$$

หมายเหตุ สำหรับวิธีนี้มีข้อจำกัด คือจะต้องมีข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์อย่างต่ำ 2N

ผลการคำนวณโดยใช้การถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเส้นตรงของปริมาณเงินให้สินเชื่อของธนาคารกรุงไทย จำกัด เมื่อจำนวนงวดในการเฉลี่ย N = 2 ปรากฏว่าผลของการพยากรณ์มี MAPE = 3.35 และผลการพยากรณ์ในเดือน ม.ค.ปี 2529 จะมีปริมาณเงินให้สินเชื่อเป็น 62,202.25 ล้านบาท ดังรายละเอียดในตาราง ข-2.4 และตาราง ข-2.5 ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-2.4 แสดงการพยากรณ์โดยวิธี Linear Moving Average

LMAVE - LINEAR MOVING AVERAGE
TIME SERIES : KTB

| PERIOD | ACTUAL | FORECAST | ERROR | %ERROR |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 36333.00 | 34853.50 | 1479.50 | 4.07 |
| 5 | 35672.00 | 37790.00 | -2118.00 | 5.94 |
| 6 | 33992.00 | 36820.00 | -2828.00 | 8.32 |
| 7 | 32679.00 | 33076.25 | -397.25 | 1.22 |
| 8 | 32118.00 | 31090.75 | 1027.25 | 3.20 |
| 9 | 32203.00 | 30993.00 | 1210.00 | 3.76 |
| 10 | 31327.00 | 31803.50 | -476.50 | 1.52 |
| 11 | 31115.00 | 31171.75 | -56.75 | 0.18 |
| 12 | 31792.00 | 30405.00 | 1387.00 | 4.36 |
| 13 | 33420.00 | 31802.25 | 1617.75 | 4.84 |
| 14 | 35355.00 | 34334.75 | 1020.25 | 2.89 |
| 15 | 37400.00 | 37059.75 | 340.25 | 0.91 |
| 16 | 39301.00 | 39362.50 | -61.50 | 0.16 |
| 17 | 38378.00 | 41310.00 | -2932.00 | 7.64 |
| 18 | 38317.00 | 39573.00 | -1256.00 | 3.28 |
| 19 | 36401.00 | 37609.50 | -1208.50 | 3.32 |
| 20 | 36124.00 | 35876.25 | 247.75 | 0.69 |
| | | | | |
| 50 | 58822.00 | 59556.75 | -734.75 | 1.25 |
| 51 | 59280.00 | 60502.25 | -1222.25 | 2.06 |
| 52 | 59851.00 | 60176.00 | -325.00 | 0.54 |
| 53 | 59492.00 | 60337.25 | -845.25 | 1.42 |
| 54 | 59136.00 | 59830.50 | -694.50 | 1.17 |
| 55 | 57669.00 | 58777.75 | -1108.75 | 1.92 |
| 56 | 58031.00 | 57035.25 | 995.75 | 1.72 |
| 57 | 58891.00 | 57021.25 | 1869.75 | 3.17 |
| 58 | 61112.00 | 59377.50 | 1734.50 | 2.84 |
| 59 | 61220.00 | 62312.25 | -1092.25 | 1.78 |
| 60 | 61941.00 | 62912.75 | -971.75 | 1.57 |
| 61 | | 62202.25 | | |
| 62 | | 62616.75 | | |
| 63 | | 63031.25 | | |
| 64 | | 63445.75 | | |
| 65 | | 63860.25 | | |

NUMBER OF ERROR OBSNS 57
MEAN % ERROR OR BIAS -7.307146E-03
MEAN ABSOLUTE %ERROR 3.358544
MEAN SQUARED ERROR (MSE) 4093169
MEAN ABSOLUTE ERROR 1503.408

ตาราง ข-2.5 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์

```
LMAVE   - LINEAR MOVING AVERAGE
TIME SERIES : KTB

NUMBER OF ERROR OBSNS  57
MEAN % ERROR OR BIAS -7.807146E-03
MEAN ABSOLUTE %ERROR  3.358544
MEAN SQUARED ERROR (MSE)  4093169
MEAN ABSOLUTE ERROR  1503.408

                          27000.00  38250.00  49500.00  60750.00  72000.00
PERIOD ACTUAL  FORECAST  +---------+---------+---------+---------+
  1  33314.00           -      0
  2  33223.00           -      0
  3  34582.00           -       0
  4  36333.00  34853.50 -       *0
  5  35672.00  37790.00 -        0 *
  6  33992.00  36820.00 -      0  *
  7  32679.00  33076.25 -     +
  8  32118.00  31090.75 -    *0
  9  32203.00  30993.00 -    *0
 10  31327.00  31803.50 -    +
 11  31115.00  31171.75 -    +
 12  31792.00  30405.00 -   *0
 13  33420.00  31802.25 -    * 0
 14  35355.00  34334.75 -       +
 15  37400.00  37059.75 -         +
 16  39301.00  39362.50 -           +
 17  38378.00  41310.00 -          0  *
 18  38317.00  39573.00 -          0*
 19  36401.00  37609.50 -        0*
 20  36124.00  35876.25 -        +
 21  37248.00  34617.75 -       * 0
 22  38241.00  37321.25 -         *0
 23  40041.00  39332.25 -           *0
 24  42709.00  41235.75 -             *0
        :         :
        :         :
        :         :
        :         :
        :         :
        :         :
 56  58031.00  57035.25 -                                  *0
 57  58891.00  57021.25 -                                  *0
 58  61112.00  59377.50 -                                   *0
 59  61220.00  62312.25 -                                    0*
 60  61941.00  62912.75 -                                    0*
 61            62202.25 -                                     *
 62            62616.75 -                                      *
 63            63031.25 -                                      *
 64            63445.75 -                                      *
 65            63860.25 -                                       *
PERIOD ACTUAL  FORECAST  +---------+---------+---------+---------+
                          27000.00  38250.00  49500.00  60750.00  72000.00
Press any key to continue.....
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข- 3 เทคนิคทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing)

Exponential Smoothing เป็นเทคนิคของวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก โดยการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในอดีตทั้งหมดด้วยน้ำหนัก การเฉลี่ยเคลื่อนที่จะค่อย ๆ ลดลงเมื่อเวลาของข้อมูลในอดีตห่างไกลจากปัจจุบันมากขึ้น และน้ำหนักที่ใช้ก็ใช้เพียงค่าเดียวเท่านั้น คือ $\alpha$ ผู้ใช้เพียงแต่อาศัยประสพการณ์ในการพยากรณ์เพื่อกำหนดค่าของ $\alpha$ เท่านั้น

เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี แต่ที่ผู้เขียนได้ใช้ในการวิเคราะห์มีอยู่ด้วยกัน 6 วิธี คือ

- Single Exponential Smoothing
- Double Exponential Smoothing
- Tripple Exponential Smoothing
- Adaptive-response-rate Single Exponential Smoothing
- Holt's Two-Parameter Method
- Winters' Three-Parameter Trend and Seasonality Method

การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing)

นิยามโดย $$S_t(x) = \alpha x_t + (1-\alpha)S_{t-1}(x) \quad \text{.....(1)}$$

เมื่อ $S_t(x)$ คือค่าของการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียวที่เวลา t ของข้อมูล $x_t, x_{t-1}, \ldots\ldots\ldots$

$\alpha$ คือค่าคงที่ที่กำหนดน้ำหนักของการเฉลี่ย โดยที่ $0<\alpha<1$

จากสมการ 1 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปใหม่ดังนี้

$$S_t(x) = \alpha x_t + \alpha(1-\alpha)x_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 x_{t-2} + \ldots\ldots\ldots$$
$$= \sum_{k=0}^{\alpha} \alpha(1-\alpha)^k x_{t-k}$$

การกำหนดค่าเริ่มต้น Program จะใช้ข้อมูลตัวแรกหรือผู้ใช้อาจกำหนดเองก็ได้ สำหรับการกำหนดค่า $\alpha$ โดยที่ $0<\alpha<1$ เพื่อทำให้ค่าพยากรณ์ล่วงหน้าใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด โดยปกติมักนิยมใช้ค่าของ $\alpha$ ระหว่าง 0.10 ถึง 0.30 เมื่อค่าของ $\alpha$ น้อยจะมีจำนวนช่วงเวลาในอดีตรวมอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ถ้า $\alpha$ มีค่ามาก จะมีจำนวนช่วงเวลารวมอยู่น้อย และเมื่อการแปรผันที่ไม่สม่ำเสมอมีเป็นจำนวนมาก ควรใช้ $\alpha$ ที่มีค่าน้อยในการทำให้เรียบ และในทางตรงข้ามเมื่อการ

แปรผันที่ไม่สม่ำเสมอมีเป็นจำนวนน้อย ก็ใช้ $\alpha$ ที่มีค่ามาก เนื่องจากไม่มีความจำเป็นในการทำให้ลักษณะของข้อมูลเรียบมากนัก การกำหนดค่า $\alpha$ นอกจากจะพิจารณาจากวิธีการที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังอาจพิจารณาจากค่า $\alpha$ ที่ให้ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนในการการพยากรณ์ต่ำสุด

การหาค่าพยากรณ์ k งวด คำนวณได้จาก

$$F(k) = S \qquad ;k=1,2,.....$$

ตัวอย่างการแสดงการทำให้เรียบแบบ Single Exponential ปรากฏในตาราง ข-3.1 และตาราง ข-3.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-3.1 แสดงการพยากรณ์โดยวิธีเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว

```
        - SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING
TIME SERIES : KTB
ALPHA =  .9
INITIAL SMOOTHED AVERAGE =  33314
LAST PERIOD ESTIMATE OF SMOOTHED AVERAGE =  61865.51

PERIOD     ACTUAL   FORECAST      ERROR   %ERROR
   2     33223.00   33314.00     -91.00     0.27
   3     34582.00   33232.10    1349.90     3.90
   4     36333.00   34447.01    1885.99     5.19
   5     35672.00   36144.40    -472.40     1.32
   6     33992.00   35719.24   -1727.24     5.08
   7     32679.00   34164.72   -1485.72     4.55
   8     32118.00   32827.57    -709.57     2.21
   9     32203.00   32188.96      14.04     0.04
  10     31327.00   32201.60    -874.60     2.79
  11     31115.00   31414.46    -299.46     0.96
  12     31792.00   31144.95     647.05     2.04
  13     33420.00   31727.29    1692.71     5.06
  14     35355.00   33250.73    2104.27     5.95
  15     37400.00   35144.57    2255.43     6.0
                        .          .          .
                        .          .          .
                        .          .          .
                        .          .          .
                        .          .          .
                        .          .          .
                        .          .          .
                        .          .          .
                        .          .          .
                        .          .          .
                        .          .          .
  50     58822.00   57574.22    1247.78     2.12
  51     59280.00   58697.22     582.78     0.98
  52     59351.00   59221.72     629.28     1.05
  53     59492.00   59788.07    -296.07     0.50
  54     59136.00   59521.61    -385.61     0.65
  55     57669.00   59174.56   -1505.56     2.61
  56     58031.00   57819.56     211.45     0.36
  57     58891.00   58009.86     881.14     1.50
  58     61112.00   58802.89    2309.11     3.78
  59     61220.00   60881.09     338.91     0.55
  60     61941.00   61186.11     754.89     1.22
  61                61865.51
  62                61933.45
  63                61940.25
  64                61940.93
  65                61940.99

NUMBER OF ERROR OBSNS  59
MEAN % ERROR OR BIAS  1.086954
MEAN ABSOLUTE %ERROR  2.926011
MEAN SQUARED ERROR (MSE)  2866903
MEAN ABSOLUTE ERROR  1305.093
Press any key to continue.....
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-3.2 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์

```
X       - SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING
TIME SERIES : KTB
ALPHA =  .9
INITIAL SMOOTHED AVERAGE =  33314
LAST PERIOD ESTIMATE OF SMOOTHED AVERAGE =  61865.51

NUMBER OF ERROR OBSNS  59
MEAN % ERROR OR BIAS  1.086954
MEAN ABSOLUTE %ERROR  2.926011
MEAN SQUARED ERROR (MSE)  2866903
MEAN ABSOLUTE ERROR  1305.093

                                24000.00  34000.00  44000.00  54000.00  64000.00
PERIOD ACTUAL  FORECAST  +---------+---------+---------+---------+
  1  33314.00            -         0
  2  33223.00  33314.00 -         +
  3  34582.00  33232.10 -         * 0
  4  36333.00  34447.01 -           * 0
  5  35672.00  36144.40 -           -
  6  33992.00  35719.24 -          0 *
  7  32679.00  34164.72 -         0*
  8  32118.00  32827.57 -        0*
  9  32203.00  32188.96 -        +
 10  31327.00  32201.60 -       0*
 11  31115.00  31414.46 -       +
 12  31792.00  31144.95 -       *0      -
 13  33420.00  31727.29 -        *0
 14  35355.00  33250.73 -         * 0
 15  37400.00  35144.57 -           * 0
 16  39301.00  37174.46 -             * 0
 17  38378.00  39088.34 -              0*
 18  38317.00  38449.04 -              +
 19  36401.00  38330.21 -             0 *
 20  36124.00  36593.92 -             0*
 21  37248.00  36170.99 -             *0
 22  38241.00  37140.30 -              *0
 23  40041.00  38130.93 -                * 0
 24  42709.00  39849.99 -                  *  0
 25  39589.00  42423.10 -                   0 *
 26  42673.00  39872.41 -                   *  0
 27  42216.00  42392.94 -                      +
 28  41573.00  42233.70 -                      +
 29  41920.00  41639.07 -                      +
 30  44712.00  41891.91 -                      *  0
 31  42650.00  44429.99 -                       0*
 32  42984.00  42828.00 -                       +
 33  44094.00  42968.40 -                       *0
 34  44863.00  43981.44 -                        *0
 35  45707.00  44774.84 -                         *0
 36  51051.00  45613.79 -                           *  0
 37  52857.00  50507.28 -                              * 0
 38  53612.00  52622.03 -                                *0
 39  55988.00  53513.00 -                                  * 0
 40  56961.00  55740.50 -                                    *0
 41  58061.00  56838.95 -                                     *0
 42  57690.00  57938.80 -                                      +
 43  58164.00  57714.38 -                                      +
 44  58836.00  58119.09 -                                      *0
 45  59585.00  58764.31 -                                       *0
 46  54552.00  59502.93 -                                        0  *
 47  54149.00  55047.09 -                                       0*
 48  55887.00  54238.81 -                                       * 0
 49  57780.00  55722.18 -                                         * 0
 50  58822.00  57574.22 -                                          *0
 51  59280.00  58697.22 -                                           +
 52  59851.00  59221.72 -                                           *0
 53  59492.00  59788.07 -                                           0*
 54  59136.00  59521.61 -                                           0*
 55  57669.00  59174.56 -                                          0*
 56  58031.00  57819.56 -                                          +
 57  58891.00  58009.86 -                                          *0
 58  61112.00  58802.89 -                                            * 0
 59  61220.00  60881.09 -                                              +
 60  61941.00  61186.11 -                                              *0
 61            61865.51 -                                               *
 62            61933.45 -                                               *
 63            61940.25 -                                               *
 64            61940.93 -                                               *
 65            61940.99 -                                               *
PERIOD ACTUAL  FORECAST  +---------+---------+---------+---------+
                                24000.00  34000.00  44000.00  54000.00  64000.00
```

การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)

ใช้แนวความคิดและวิธีการเหมือนการเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง (Linear Moving Average) เพียงแต่แตกต่างกันในแง่น้ำหนักที่ให้กับข้อมูลในอดีต และการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลมีปัญหาในการกำหนดค่าเริ่มต้นในขณะที่การเคลื่อนที่ไม่มีปัญหา

รูปแบบของสมการยึดหลัก Linear Trend คือให้ค่า a เป็น intercept และค่า b เป็น slope ซึ่งจะถูกปรับค่าทุก ๆ คาบของเวลา ค่าพยากรณ์คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$F_t(k) = a_t + b_t(k) \quad ;k = \text{คาบเวลาที่ต้องการพยากรณ์เป็น } 1,2\ldots$$

โดยที่

$$a_t = X_t + (1-\alpha)^2 e_t$$

$$b_t = b_{t-1} - \alpha e_t$$

$$e_t = F_{t-1}(1) - X_t \quad ;e_t = \text{ความผิดพลาดในการพยากรณ์}$$

การกำหนดค่าเริ่มต้น a และ b นั้น Program จะกำหนดค่า a (intercept) โดยใช้ข้อมูลตัวแรก และ slope เป็นศูนย์ หรือจะกำหนดค่าเริ่มต้นเองก็ได้ สำหรับตัวอย่างของวิธีนี้ได้แสดงไว้ในตาราง ข-3.3 และตาราง ข-3.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-3.3 แสดงการพยากรณ์โดยวิธีเอกซ์โปเนนเชียลชำลองครั้ง

XX - DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING
TIME SERIES : KTB
ALPHA = .6000001
INITIAL ESTIMATE OF INTERCEPT = 33314
INITIAL ESTIMATE OF SLOPE = 0
LAST PERIOD ESTIMATE OF INTERCEPT = 61964.04
LAST PERIOD ESTIMATE OF SLOPE = 735.0521

| PERIOD | ACTUAL | FORECAST | ERROR | %ERROR |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 33223.00 | 33314.00 | -91.00 | 0.27 |
| 3 | 34582.00 | 33204.80 | 1377.20 | 3.98 |
| 4 | 36333.00 | 34824.68 | 1508.32 | 4.15 |
| 5 | 35672.00 | 37097.70 | -1425.70 | 4.00 |
| 6 | 33992.00 | 36392.89 | -2400.89 | 7.06 |
| 7 | 32679.00 | 34004.60 | -1325.60 | 4.06 |
| 8 | 32118.00 | 32042.34 | 75.66 | 0.24 |
| 9 | 32203.00 | 31284.38 | 918.63 | 2.85 |
| 10 | 31327.00 | 31565.21 | -238.21 | 0.76 |
| 11 | 31115.00 | 30788.54 | 326.46 | 1.05 |
| 12 | 31792.00 | 30603.72 | 1188.28 | 3.74 |
| 13 | 33420.00 | 31570.61 | 1849.39 | 5.53 |
| 14 | 35355.00 | 33758.61 | 1596.39 | 4.52 |
| 15 | 37400.00 | 36308.79 | 1091.21 | 2.92 |
| 16 | 39301.00 | 38827.46 | 473.54 | 1.20 |
| 17 | 38378.00 | 40997.76 | -2619.76 | 6.83 |
| 18 | 38317.00 | 39626.57 | -1309.57 | 3.42 |
| 19 | 36401.00 | 38884.50 | -2483.50 | 6.82 |
| 20 | 36124.00 | 36262.27 | -138.27 | 0.38 |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 50 | 58822.00 | 58064.18 | 757.82 | 1.29 |
| 51 | 59280.00 | 59679.35 | -399.35 | 0.67 |
| 52 | 59851.00 | 60178.73 | -327.73 | 0.55 |
| 53 | 59492.00 | 60620.29 | -1128.29 | 1.90 |
| 54 | 59136.00 | 59983.20 | -847.20 | 1.43 |
| 55 | 57669.00 | 59277.23 | -1608.23 | 2.79 |
| 56 | 58031.00 | 57353.03 | 677.97 | 1.17 |
| 57 | 58891.00 | 57593.31 | 1297.69 | 2.20 |
| 58 | 61112.00 | 58821.32 | 2290.68 | 3.75 |
| 59 | 61220.00 | 61708.09 | -488.09 | 0.80 |
| 60 | 61941.00 | 62084.98 | -143.98 | 0.23 |
| 61 | | 62699.09 | | |
| 62 | | 63434.14 | | |
| 63 | | 64169.19 | | |
| 64 | | 64904.24 | | |

NUMBER OF ERROR OBSNS 59
MEAN % ERROR OR BIAS 8.895923E-02
MEAN ABSOLUTE %ERROR 3.004832

**ตาราง ข-3.4 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์**

```
XX      - DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING
TIME SERIES : KTB
ALPHA =  .6
INITIAL ESTIMATE OF INTERCEPT =  33314.
INITIAL ESTIMATE OF SLOPE     =  0
LAST PERIOD ESTIMATE OF INTERCEPT =  61964.04
LAST PERIOD ESTIMATE OF SLOPE     =  735.0532

NUMBER OF ERROR OBSNS  59
MEAN % ERROR OR BIAS  -1.895922E-01
MEAN ABSOLUTE %ERROR  3.004202
MEAN SQUARED ERROR (MSE)  3125549
MEAN ABSOLUTE ERROR  1321.732
```

การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสามครั้ง (Tripple Exponential Smoothing)

วิธีนี้ใช้กับข้อมูลที่มีลักษณะเป็น Quadratic model สมการพยากรณ์ถูกกำหนดโดย

$$F_t(k) = a_t + b_t k + 0.5\, c_t k^2 \qquad ,k = 1,2,.....$$

$$a_t = x_t + (1-\alpha)^3 e_t$$

$$b_t = b_{t-1} + c_{t-1} - 1.5\, \alpha^2 (2-\alpha) e_t$$

$$c_t = c_{t-1} - \alpha^3 e_t$$

โดยค่า $e_t$ คือความผิดพลาดจากการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 งวด

ในการกำหนดค่าเริ่มต้น a, b และ c สามารถกำหนดเองได้ หรือจะให้โปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้นให้ ซึ่งโปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้น a จากข้อมูลตัวแรก และกำหนดค่า b และ c เป็นศูนย์ ตัวอย่างของวิธีนี้ได้แสดงในตาราง ข-3.5 และตาราง ข-3.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-3.5 แสดงการพยากรณ์โดยวิธีเอกซ์โปเนนเชียลสามครั้ง**

```
***     - TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING
TIME SERIES DATA
ALPHA =  .4
INITIAL ESTIMATE OF A =  33314
INITIAL ESTIMATE OF B =  0
INITIAL ESTIMATE OF C =  0
LAST PERIOD ESTIMATE OF A =  62021.51
LAST PERIOD ESTIMATE OF B =  962.6497
LAST PERIOD ESTIMATE OF C =  103.5326
```

| PERIOD | ACTUAL | FORECAST | ERROR | %ERROR |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 33223.00 | 33314.00 | -91.00 | 0.27 |
| 3 | 34582.00 | 33204.80 | 1377.20 | 3.98 |
| 4 | 36333.00 | 34813.76 | 1519.24 | 4.18 |
| 5 | 35672.00 | 37248.40 | -1576.40 | 4.42 |
| 6 | 33992.00 | 36779.82 | -2787.82 | 8.20 |
| 7 | 32679.00 | 34280.41 | -1601.41 | 4.90 |
| 8 | 32118.00 | 31945.20 | 172.80 | 0.54 |
| 9 | 32203.00 | 30870.60 | 1332.40 | 4.14 |
| 10 | 31327.00 | 31068.21 | 258.79 | 0.83 |
| 11 | 31115.00 | 30425.85 | 689.15 | 2.21 |
| 12 | 31792.00 | 30318.22 | 1473.78 | 4.64 |
| 13 | 33420.00 | 31393.58 | 2026.42 | 6.06 |
| 14 | 35355.00 | 33794.27 | 1560.73 | 4.41 |
| 15 | 37400.00 | 36657.39 | 742.11 | 1.98 |
| 16 | 39301.00 | 39467.07 | -166.07 | 0.42 |
| 17 | 38378.00 | 41821.30 | -3443.30 | 8.97 |
| 18 | 38317.00 | 40489.28 | -2172.28 | 5.67 |
| 19 | 36401.00 | 39345.22 | -2944.21 | 8.09 |
| 20 | 36124.00 | 36327.28 | -203.28 | 0.56 |
| 21 | 37248.00 | 35141.36 | 2106.64 | 5.66 |
| 22 | 38241.00 | 36397.46 | 1843.54 | 4.82 |
| 23 | 40041.00 | 38103.70 | 1937.30 | 4.84 |
| 24 | 42709.00 | 40696.86 | 2012.14 | 4.71 |
| 25 | 39589.00 | 44317.22 | -4728.21 | 11.94 |
| 26 | 42673.00 | 40946.45 | 1726.55 | 4.05 |
| 27 | 42216.00 | 43312.12 | -1096.12 | 2.60 |
| 28 | 41573.00 | 43076.97 | -1503.97 | 3.62 |
| 29 | 41920.00 | 41894.41 | 25.59 | 0.06 |
| 30 | 44712.00 | 41823.41 | 2888.59 | 6.46 |
| 31 | 42650.00 | 45102.04 | -2452.04 | 5.75 |
| 32 | 42984.00 | 43261.82 | -277.82 | 0.65 |
| 33 | 44094.00 | 42941.93 | 1152.07 | 2.61 |
| 34 | 44563.00 | 44135.88 | 727.13 | 1.62 |
| 35 | 45707.00 | 45286.41 | 420.59 | 0.92 |
| 36 | 51051.00 | 46405.40 | 4645.60 | 9.10 |
| 37 | 52857.00 | 52830.09 | 26.91 | 0.05 |
| 38 | 53612.00 | 56002.97 | -2390.96 | 4.46 |
| 39 | 55988.00 | 56645.35 | -657.35 | 1.17 |
| 40 | 56961.00 | 58580.18 | -1619.18 | 2.84 |
| 41 | 58061.00 | 59252.02 | -1191.02 | 2.05 |
| 42 | 57690.00 | 59825.13 | -2135.13 | 3.70 |
| 43 | 58164.00 | 58754.66 | -590.66 | 1.02 |
| 44 | 58836.00 | 58497.51 | 338.49 | 0.58 |
| 45 | 59585.00 | 58920.00 | 665.00 | 1.12 |
| 46 | 54552.00 | 59707.15 | -5155.14 | 9.45 |
| 47 | 54149.00 | 53661.35 | 487.65 | 0.90 |
| 48 | 55887.00 | 51787.04 | 4099.96 | 7.34 |
| 49 | 57730.00 | 54026.23 | 3703.77 | 6.50 |
| 50 | 58822.00 | 57393.85 | 1428.15 | 2.43 |
| 51 | 59280.00 | 59610.81 | -330.80 | 0.56 |
| 52 | 59851.00 | 60481.04 | -630.04 | 1.05 |
| 53 | 59492.00 | 61003.32 | -1511.32 | 2.54 |
| 54 | 59136.00 | 60314.39 | -1178.39 | 1.99 |
| 55 | 57669.00 | 59407.96 | -1738.96 | 3.02 |
| 56 | 58031.00 | 57274.92 | 756.08 | 1.30 |
| 57 | 58891.00 | 57237.50 | 1653.50 | 2.81 |
| 58 | 61112.00 | 58464.89 | 2647.11 | 4.33 |
| 59 | 61220.00 | 61551.67 | -331.67 | 0.54 |
| 60 | 61941.00 | 62313.72 | -372.72 | 0.60 |
| 61 | | 63015.92 | | |
| 62 | | 64113.87 | | |
| 63 | | 65315.35 | | |
| 64 | | 66620.37 | | |
| 65 | | 68028.91 | | |

```
NUMBER OF ERROR OBSNS  59
MEAN % ERROR OR BIAS  6.968804E-02
MEAN ABSOLUTE %ERROR  3.495439
MEAN SQUARED ERROR (MSE)  3891851
MEAN ABSOLUTE ERROR  1548.683
```

ตาราง ช-3.6 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์

```
XXX     - TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING
TIME SERIES : KTB
ALPHA =  .4
INITIAL ESTIMATE OF A =  33314
INITIAL ESTIMATE OF B =  0
INITIAL ESTIMATE OF C =  0
LAST PERIOD ESTIMATE OF A =  62021.51
LAST PERIOD ESTIMATE OF B =  942.6497
LAST PERIOD ESTIMATE OF C =  103.5326

NUMBER OF ERROR OBSNS  59
MEAN % ERROR OR BIAS  6.968804E-02
MEAN ABSOLUTE %ERROR  3.495439
MEAN SQUARED ERROR (MSE)  3891851
MEAN ABSOLUTE ERROR  1548.683
```

| PERIOD | ACTUAL | FORECAST |
|---|---|---|
| 1 | 33314.00 | |
| 2 | 33223.00 | 33314.00 |
| 3 | 34582.00 | 33204.80 |
| 4 | 36333.00 | 34813.76 |
| 5 | 35672.00 | 37248.40 |
| 6 | 33992.00 | 36779.82 |
| 7 | 32679.00 | 34280.41 |
| 8 | 32118.00 | 31945.20 |
| 9 | 32203.00 | 30870.60 |
| 10 | 31327.00 | 31068.21 |
| 11 | 31115.00 | 30425.85 |
| 12 | 31792.00 | 30318.22 |
| 13 | 33420.00 | 31393.58 |
| 14 | 35355.00 | 33794.27 |
| 15 | 37400.00 | 36657.89 |
| 16 | 39301.00 | 39467.07 |
| 17 | 38378.00 | 41821.30 |
| 18 | 38317.00 | 40489.28 |
| 19 | 36401.00 | 39345.22 |
| 20 | 36124.00 | 36327.28 |
| 21 | 37248.00 | 35141.36 |
| 22 | 38241.00 | 36397.46 |
| 23 | 40041.00 | 38103.70 |
| 24 | 42709.00 | 40696.86 |
| 25 | 39589.00 | 44317.22 |
| 26 | 42673.00 | 40946.45 |
| 27 | 42216.00 | 43312.12 |
| 28 | 41573.00 | 43076.97 |
| 29 | 41920.00 | 41894.41 |
| 30 | 44712.00 | 41823.41 |
| 31 | 42650.00 | 45102.04 |
| 32 | 42984.00 | 43261.82 |
| 33 | 44094.00 | 42941.93 |
| 34 | 44863.00 | 44135.88 |
| 35 | 45707.00 | 45286.41 |
| 36 | 51051.00 | 46405.40 |
| 37 | 52857.00 | 52830.09 |
| 38 | 53612.00 | 56002.97 |
| 39 | 55988.00 | 56645.35 |
| 40 | 56961.00 | 58580.18 |
| 41 | 58061.00 | 59252.02 |
| 42 | 57690.00 | 59825.13 |
| 43 | 58164.00 | 58754.66 |
| 44 | 58836.00 | 58497.51 |
| 45 | 59585.00 | 58920.00 |
| 46 | 54552.00 | 59707.15 |
| 47 | 54149.00 | 53661.35 |
| 48 | 55887.00 | 51787.04 |
| 49 | 57780.00 | 54026.23 |
| 50 | 58822.00 | 57393.85 |
| 51 | 59280.00 | 59610.81 |
| 52 | 59851.00 | 60481.04 |
| 53 | 59492.00 | 61003.32 |
| 54 | 59136.00 | 60314.39 |
| 55 | 57669.00 | 59407.96 |
| 56 | 58031.00 | 57274.92 |
| 57 | 58891.00 | 57237.50 |
| 58 | 61112.00 | 58464.89 |
| 59 | 61220.00 | 61551.67 |
| 60 | 61941.00 | 62313.72 |
| 61 | | 63015.92 |
| 62 | | 64113.87 |
| 63 | | 65315.35 |
| 64 | | 66620.37 |
| 65 | | 68028.91 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Adaptive-response-rate Single Exponential Smoothing

วิธีนี้คล้ายการพยากรณ์แบบ Single Exponential method คือต้องกำหนดค่า $\alpha$ แต่แตกต่างกันตรงที่ค่า $\alpha$ ที่กำหนดสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะของข้อมูล

สมการของการพยากรณ์ของวิธีนี้คล้ายกับวิธีของ Single Exponential method ต่างกันตรงที่ค่า $\alpha$ แทนค่าด้วย $\alpha_t$ ดังนี้

$$F_{t+1} = \alpha_t x_t + (1-\alpha)F_t$$

โดย $$\alpha_{t+1} = |E_t/M_t|$$

$$E_t = \beta e_t + (1-\beta)E_{t-1}$$

$$M_t = \beta e_t + (1-\beta)M_{t-1}$$

$$e_t = x_t - F_t e_t = F_{t-1}(1) - x_t$$

$\alpha$ และ $\beta$ คือค่าพารามิเตอร์มีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1

$E_t$ เรียกว่า Smoothed error term

$M_t$ เรียกว่า Smoothed absolute error term

$E_t/M_t$ เรียกว่า Tracking signal

โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้น $F_1$ ด้วย $x_1$ และกำหนด $e_1, E_1, M_1$ ด้วยศูนย์ ซึ่งจะทำให้ค่าพยากรณ์ 2 งวดแรกเป็นค่าเดียวกัน ดังตัวอย่างได้แสดงไว้ในตาราง ข-3.7 และตาราง ข-3.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-3.7 แสดงการพยากรณ์โดยวิธี Adaptive-response-rate SES.

```
* OPTIMAL SOLUTION *
********************

SEARCH ALPHA FROM  .05  TO  .9  STEP  .05
SEARCH BETA FROM  .05  TO  .9  STEP  .05

ADAPT  - ADAPTIVE RESPONSE RATE EXPO. SMOOTH.
TIME SERIES : KTB
BETA =  .3000001
INITIAL SMOOTHED AVERAGE =  33314
INITIAL SMOOTHED ERROR =  0
INITIAL SMOOTHED ABSOLUTE ERROR =  0
LAST PERIOD ESTIMATE OF SMOOTHED AVERAGE =  61938.59
LAST PERIOD SMOOTHED ERROR =  1164.696
LAST PERIOD SMOOTHED ABSOLUTE ERROR =  1168.6
```

| PERIOD | ACTUAL | FORECAST | ERROR | %ERROR |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 33223.00 | 33314.00 | -91.00 | 0.27 |
| 3 | 34582.00 | 33314.00 | 1268.00 | 3.67 |
| 4 | 36333.00 | 33325.57 | 3107.43 | 8.55 |
| 5 | 35672.00 | 34579.06 | 1092.94 | 3.06 |
| 6 | 33992.00 | 36331.56 | -2339.55 | 6.88 |
| 7 | 32679.00 | 35844.94 | -3165.94 | 9.69 |
| 8 | 32118.00 | 34062.63 | -1944.63 | 6.05 |
| 9 | 32203.00 | 32693.55 | -490.55 | 1.52 |
| 10 | 31327.00 | 32121.16 | -794.16 | 2.54 |
| 11 | 31115.00 | 32202.91 | -1087.91 | 3.50 |
| 12 | 31792.00 | 31327.15 | 464.85 | 1.46 |
| 13 | 33420.00 | 31266.27 | 2153.73 | 6.44 |
| 14 | 35355.00 | 31768.43 | 3586.57 | 10.14 |
| 15 | 37400.00 | 33411.59 | 3988.41 | 10.66 |
| 16 | 39301.00 | 35353.33 | 3947.67 | 10.04 |
| 17 | 38378.00 | 37399.66 | 978.34 | 2.55 |
| 18 | 38317.00 | 39300.84 | -983.84 | 2.57 |
| 19 | 36401.00 | 38903.81 | -2502.80 | 6.88 |
| 20 | 36124.00 | 38350.12 | -2226.12 | 6.16 |
| 21 | 37248.00 | 36422.97 | 825.03 | 2.21 |
| 22 | 38241.00 | 36363.47 | 1877.54 | 4.91 |
| 23 | 40041.00 | 37157.12 | 2883.88 | 7.20 |
| 24 | 42709.00 | 38226.53 | 4482.47 | 10.50 |
| 25 | 39589.00 | 40037.88 | -448.88 | 1.13 |
| 26 | 42673.00 | 41083.28 | 1589.72 | 3.73 |
| 27 | 42216.00 | 39731.59 | 2484.41 | 5.88 |
| 28 | 41573.00 | 42636.02 | -1063.02 | 2.56 |
| 29 | 41920.00 | 42508.13 | -588.13 | 1.40 |
| 30 | 44712.00 | 41805.43 | 2906.57 | 6.50 |
| 31 | 42650.00 | 41908.11 | 741.89 | 1.74 |
| 32 | 42984.00 | 44579.80 | -1595.80 | 3.71 |
| 33 | 44094.00 | 43198.74 | 895.26 | 2.03 |
| 34 | 44863.00 | 43092.47 | 1770.53 | 3.95 |
| 35 | 45707.00 | 44030.58 | 1676.42 | 3.67 |
| 36 | 51051.00 | 44852.75 | 6198.25 | 12.14 |
| 37 | 52857.00 | 45706.34 | 7150.66 | 13.53 |
| 38 | 53612.00 | 51050.36 | 2561.64 | 4.78 |
| 39 | 55988.00 | 52856.91 | 3131.09 | 5.59 |
| 40 | 56961.00 | 53611.99 | 3349.01 | 5.88 |
| 41 | 58061.00 | 55988.00 | 2073.00 | 3.57 |
| 42 | 57690.00 | 56961.00 | 729.00 | 1.26 |
| 43 | 58164.00 | 58061.00 | 103.00 | 0.18 |
| 44 | 58836.00 | 57690.00 | 1146.00 | 1.95 |
| 45 | 59585.00 | 58164.00 | 1421.00 | 2.38 |
| 46 | 54552.00 | 58836.00 | -4284.00 | 7.85 |
| 47 | 54149.00 | 59476.97 | -5327.97 | 9.84 |
| 48 | 55887.00 | 54656.93 | 1230.07 | 2.20 |
| 49 | 57780.00 | 54655.61 | 3124.39 | 5.41 |
| 50 | 58822.00 | 55718.72 | 3103.29 | 5.28 |
| 51 | 59280.00 | 57726.71 | 1553.29 | 2.62 |
| 52 | 59851.00 | 58812.65 | 1038.35 | 1.73 |
| 53 | 59492.00 | 59278.77 | 213.23 | 0.36 |
| 54 | 59136.00 | 59850.12 | -714.12 | 1.21 |
| 55 | 57669.00 | 59582.01 | -1913.01 | 3.32 |
| 56 | 58031.00 | 59144.82 | -1113.82 | 1.92 |
| 57 | 58891.00 | 57676.93 | 1214.07 | 2.06 |
| 58 | 61112.00 | 57888.90 | 3223.11 | 5.27 |
| 59 | 61220.00 | 58856.34 | 2363.66 | 3.86 |
| 60 | 61941.00 | 61094.07 | 846.93 | 1.37 |
| 61 | | 61938.59 | | |
| 62 | | 61940.99 | | |
| 63 | | 61941.00 | | |
| 64 | | 61941.00 | | |
| 65 | | 61941.00 | | |

```
NUMBER OF ERROR OBSNS  59
MEAN % ERROR OR BIAS  1.886983
MEAN ABSOLUTE %ERROR  4.565043
MEAN SQUARED ERROR (MSE)  6398308
MEAN ABSOLUTE ERROR  2053.728
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-3.8 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์

```
**********
* OPTIMAL SOLUTION *
**********
SEARCH ALPHA FROM  .05  TO  .9  STEP  .05
SEARCH BETA FROM  .05  TO  .9  STEP  .05

ADAPT   - ADAPTIVE RESPONSE RATE EXPO. SMOOTH.
TIME SERIES : KTB
BETA =  .8000001
INITIAL SMOOTHED AVERAGE =  33314
INITIAL SMOOTHED ERROR =  0
INITIAL SMOOTHED ABSOLUTE ERROR =  0
LAST PERIOD ESTIMATE OF SMOOTHED AVERAGE =  61938.59
LAST PERIOD SMOOTHED ERROR =  1164.695
LAST PERIOD SMOOTHED ABSOLUTE ERROR =  1168.8

NUMBER OF ERROR OBSNS  59
MEAN % ERROR OR BIAS  1.886933
MEAN ABSOLUTE %ERROR  4.565043
MEAN SQUARED ERROR (MSE)  6398303
MEAN ABSOLUTE ERROR  2053.728

                                24000.00  34000.00  44000.00  54000.00  64000.00
PERIOD ACTUAL  FORECAST  +---------+---------+---------+---------+
  1  33314.00            -         0
  2  33223.00  33314.00 -         +
  3  34582.00  33314.00 -         * 0
  4  36333.00  33325.57 -         *  0
  5  35672.00  34579.06 -           *0
  6  33992.00  36331.56 -          0 *
  7  32679.00  35844.94 -          0  *
  8  32118.00  34062.63 -         0 *
  9  32203.00  32693.55 -         0*
 10  31327.00  32121.16 -        0*
 11  31115.00  32202.91 -        0*
 12  31792.00  31327.15 -        *0
 13  33420.00  31266.27 -        * 0
 14  35355.00  31768.43 -         *  0
 15  37400.00  33411.59 -           *   0
 16  39301.00  35353.33 -             *   0
 17  38378.00  37399.66 -              *0
 18  38317.00  39300.84 -              0*
 19  36401.00  38903.81 -             0  *
 20  36124.00  38350.12 -             0 *
 21  37248.00  36422.97 -             *0
 22  38241.00  36363.47 -             * 0
 23  40041.00  37157.12 -               *  0
 24  42709.00  38226.53 -                  *     0
       |         |
       |         |
       |         |
       |         |
       |         |
 48  55887.00  54656.93 -                                          *0
 49  57780.00  54655.61 -                                          *  0
 50  58822.00  55718.72 -                                          *   0
 51  59280.00  57726.71 -                                           *0
 52  59851.00  58812.65 -                                            *0
 53  59492.00  59278.77 -                                            +
 54  59136.00  59850.12 -                                            0*
 55  57669.00  59582.01 -                                           0 *
 56  58031.00  59144.82 -                                           0*
 57  58891.00  57676.93 -                                           *0
 58  61112.00  57883.90 -                                           *  0
 59  61220.00  58856.34 -                                            *  0
 60  61941.00  61094.07 -                                               *0
 61            61938.59 -                                                *
 62            61940.99 -                                                *
 63            61941.00 -                                                *
 64            61941.00 -                                                *
 65            61941.00 -                                                *
PERIOD ACTUAL  FORECAST  +---------+---------+---------+---------+
                                24000.00  34000.00  44000.00  54000.00  64000.00
```

Holt's Two-Parameter Method

เป็นเทคนิคทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลโดยมีพารามิเตอร์ 2 ตัวคือ $\alpha$ และ $\beta$ และมีสมมุติฐานว่า ข้อมูลมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงกับเวลา (Linear Trend) ค่าพยากรณ์สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$F_t(k) = a_t + b_t k \qquad ;k = 1,2,...$$

โดยที่ $k$ = คาบเวลาที่ต้องการพยากรณ์

$$a_t = \alpha x_t + (1-\alpha)(a_{t-1}+b_{t-1})$$

$$b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$$

การกำหนดค่าเริ่มต้น ให้ใช้ $a_1 = X_1$

และ $b_1 = (X_2 - X_1)/2 + (X_4 - X_3)/2$

ดังนั้นข้อจำกัดของวิธีนี้คือจำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลอย่างต่ำ 4 ค่าและลักษณะของข้อมูลเป็น Trend คือมีการเพิ่มหรือลดลงอย่างสม่ำเสมอ ตัวอย่างของวิธีนี้ได้แสดงไว้ในตาราง ข-3.9 และตาราง ข-3. 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-3.9 แสดงการพยากรณ์โดยวิธี Holt's Two-Parameter

HOLT - HOLT 2-PARAMETERS LINEAR EXPO. SMOOTH.
TIME SERIES : KTB
ALPHA = .9899999
BETA = .015
INITIAL ESTIMATE OF INTERCEPT = 33314
INITIAL ESTIMATE OF SLOPE = 830
LAST PERIOD ESTIMATE OF INTERCEPT = 61940.2
LAST PERIOD ESTIMATE OF SLOPE = 636.6644

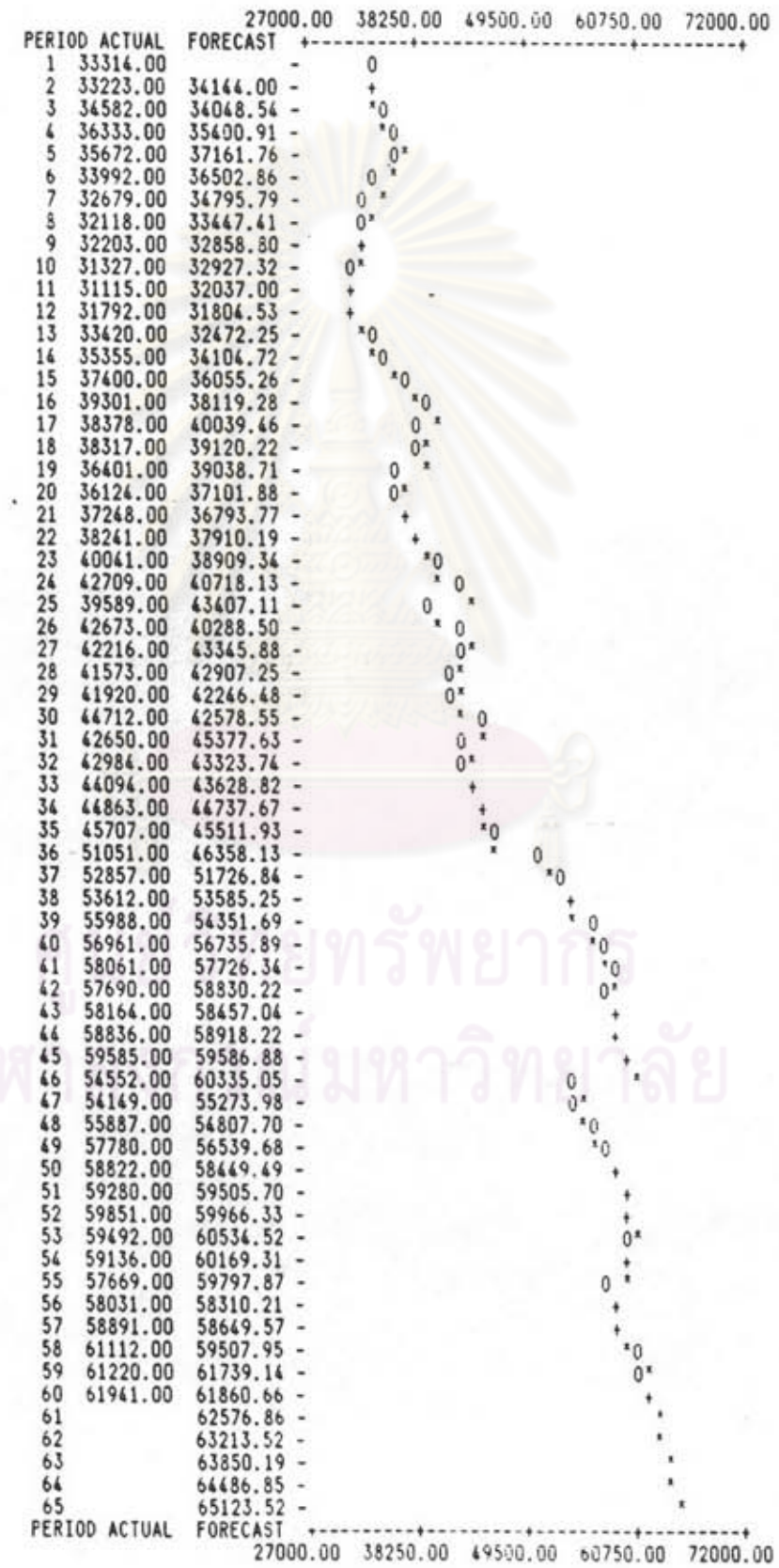
| PERIOD | ACTUAL | FORECAST | ERROR | %ERROR |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 33223.00 | 34144.00 | -921.00 | 2.77 |
| 3 | 34582.00 | 34048.54 | 533.46 | 1.54 |
| 4 | 36333.00 | 35400.91 | 932.09 | 2.57 |
| 5 | 35672.00 | 37161.76 | -1489.76 | 4.18 |
| 6 | 33992.00 | 36502.86 | -2510.86 | 7.39 |
| 7 | 32679.00 | 34795.79 | -2116.79 | 6.48 |
| 8 | 32118.00 | 33447.41 | -1329.41 | 4.14 |
| 9 | 32203.00 | 32858.80 | -655.80 | 2.04 |
| 10 | 31327.00 | 32927.32 | -1600.32 | 5.11 |
| 11 | 31115.00 | 32037.00 | -922.00 | 2.96 |
| 12 | 31792.00 | 31804.53 | -12.53 | 0.04 |
| 13 | 33420.00 | 32472.25 | 947.75 | 2.84 |
| 14 | 35355.00 | 34104.72 | 1250.28 | 3.54 |
| 15 | 37400.00 | 36055.26 | 1344.74 | 3.60 |
| 16 | 39301.00 | 38119.28 | 1181.72 | 3.01 |
| 17 | 38378.00 | 40039.46 | -1661.46 | 4.33 |
| 18 | 38317.00 | 39120.22 | -803.22 | 2.10 |
| 19 | 36401.00 | 39038.71 | -2637.71 | 7.25 |
| 20 | 36124.00 | 37101.88 | -977.88 | 2.71 |
| 21 | 37248.00 | 36793.77 | 454.23 | 1.22 |
| 22 | 38241.00 | 37910.19 | 330.81 | 0.87 |
| 23 | 40041.00 | 38909.34 | 1131.66 | 2.83 |
| 24 | 42709.00 | 40718.13 | 1990.87 | 4.66 |
| 25 | 39589.00 | 43407.11 | -3818.11 | 9.64 |
| 26 | 42673.00 | 40288.50 | 2384.50 | 5.59 |
| 27 | 42216.00 | 43345.88 | -1129.88 | 2.68 |
| 28 | 41573.00 | 42907.25 | -1334.25 | 3.21 |
| 29 | 41920.00 | 42246.48 | -326.48 | 0.78 |
| 30 | 44712.00 | 42578.55 | 2133.45 | 4.77 |
| 31 | 42650.00 | 45377.63 | -2727.63 | 6.40 |
| 32 | 42984.00 | 43323.74 | -339.74 | 0.79 |
| 33 | 44094.00 | 43628.82 | 465.18 | 1.05 |
| 34 | 44863.00 | 44737.67 | 125.33 | 0.28 |
| 35 | 45707.00 | 45511.93 | 195.07 | 0.43 |
| 36 | 51051.00 | 46358.13 | 4692.87 | 9.19 |
| 37 | 52857.00 | 51726.84 | 1130.16 | 2.14 |
| 38 | 53612.00 | 53585.25 | 26.75 | 0.05 |
| 39 | 55988.00 | 54351.69 | 1636.31 | 2.92 |
| 40 | 56961.00 | 56735.89 | 225.11 | 0.40 |
| 41 | 58061.00 | 57726.34 | 334.66 | 0.58 |
| 42 | 57690.00 | 58830.22 | -1140.21 | 1.98 |
| 43 | 58164.00 | 58457.04 | -293.04 | 0.50 |
| 44 | 58836.00 | 58918.22 | -82.21 | 0.14 |
| 45 | 59585.00 | 59586.88 | -1.88 | 0.00 |
| 46 | 54552.00 | 60335.05 | -5783.05 | 10.60 |
| 47 | 54149.00 | 55273.98 | -1124.98 | 2.08 |
| 48 | 55887.00 | 54807.70 | 1079.30 | 1.93 |
| 49 | 57780.00 | 56539.68 | 1240.32 | 2.15 |
| 50 | 58822.00 | 58449.49 | 372.51 | 0.63 |
| 51 | 59280.00 | 59505.70 | -225.70 | 0.38 |
| 52 | 59851.00 | 59966.33 | -115.33 | 0.19 |
| 53 | 59492.00 | 60534.52 | -1042.52 | 1.75 |
| 54 | 59136.00 | 60169.31 | -1033.30 | 1.75 |
| 55 | 57669.00 | 59797.87 | -2128.87 | 3.69 |
| 56 | 58031.00 | 58310.21 | -279.21 | 0.48 |
| 57 | 58891.00 | 58649.57 | 241.43 | 0.41 |
| 58 | 61112.00 | 59507.95 | 1604.05 | 2.62 |
| 59 | 61220.00 | 61739.14 | -519.14 | 0.85 |
| 60 | 61941.00 | 61860.66 | 80.34 | 0.13 |
| 61 | | 62576.86 | | |
| 62 | | 63213.52 | | |
| 63 | | 63850.19 | | |
| 64 | | 64486.85 | | |
| 65 | | 65123.52 | | |

NUMBER OF ERROR OBSNS 59
MEAN % ERROR OR BIAS -.6346179
MEAN ABSOLUTE %ERROR 2.733797
MEAN SQUARED ERROR (MSE) 2606545
MEAN ABSOLUTE ERROR 1172.021

ตาราง ข-3.10 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์

```
HOLT    - HOLT 2-PARAMETERS LINEAR EXPO. SMOOTH.
TIME SERIES : KTB
ALPHA =  .9899999
BETA  =  .015
INITIAL ESTIMATE OF INTERCEPT =  33314
INITIAL ESTIMATE OF SLOPE =  830
LAST PERIOD ESTIMATE OF INTERCEPT =  61940.2
LAST PERIOD ESTIMATE OF SLOPE =  636.6644

NUMBER OF ERROR OBSNS  59
MEAN % ERROR OR BIAS -.6346179
MEAN ABSOLUTE %ERROR  2.733797
MEAN SQUARED ERROR (MSE)  2606545
MEAN ABSOLUTE ERROR  1172.021
```

| PERIOD | ACTUAL | FORECAST |
|---|---|---|
| 1 | 33314.00 | - |
| 2 | 33223.00 | 34144.00 - |
| 3 | 34582.00 | 34048.54 - |
| 4 | 36333.00 | 35400.91 - |
| 5 | 35672.00 | 37161.76 - |
| 6 | 33992.00 | 36502.86 - |
| 7 | 32679.00 | 34795.79 - |
| 8 | 32118.00 | 33447.41 - |
| 9 | 32203.00 | 32858.80 - |
| 10 | 31327.00 | 32927.32 - |
| 11 | 31115.00 | 32037.00 - |
| 12 | 31792.00 | 31804.53 - |
| 13 | 33420.00 | 32472.25 - |
| 14 | 35355.00 | 34104.72 - |
| 15 | 37400.00 | 36055.26 - |
| 16 | 39301.00 | 38119.28 - |
| 17 | 38378.00 | 40039.46 - |
| 18 | 38317.00 | 39120.22 - |
| 19 | 36401.00 | 39038.71 - |
| 20 | 36124.00 | 37101.88 - |
| 21 | 37248.00 | 36793.77 - |
| 22 | 38241.00 | 37910.19 - |
| 23 | 40041.00 | 38909.34 - |
| 24 | 42709.00 | 40718.13 - |
| 25 | 39589.00 | 43407.11 - |
| 26 | 42673.00 | 40288.50 - |
| 27 | 42216.00 | 43345.88 - |
| 28 | 41573.00 | 42907.25 - |
| 29 | 41920.00 | 42246.48 - |
| 30 | 44712.00 | 42578.55 - |
| 31 | 42650.00 | 45377.63 - |
| 32 | 42984.00 | 43323.74 - |
| 33 | 44094.00 | 43628.82 - |
| 34 | 44863.00 | 44737.67 - |
| 35 | 45707.00 | 45511.93 - |
| 36 | 51051.00 | 46358.13 - |
| 37 | 52857.00 | 51726.84 - |
| 38 | 53612.00 | 53585.25 - |
| 39 | 55988.00 | 54351.69 - |
| 40 | 56961.00 | 56735.89 - |
| 41 | 58061.00 | 57726.34 - |
| 42 | 57690.00 | 58830.22 - |
| 43 | 58164.00 | 58457.04 - |
| 44 | 58836.00 | 58918.22 - |
| 45 | 59585.00 | 59586.88 - |
| 46 | 54552.00 | 60335.05 - |
| 47 | 54149.00 | 55273.98 - |
| 48 | 55887.00 | 54807.70 - |
| 49 | 57780.00 | 56539.68 - |
| 50 | 58822.00 | 58449.49 - |
| 51 | 59280.00 | 59505.70 - |
| 52 | 59851.00 | 59966.33 - |
| 53 | 59492.00 | 60534.52 - |
| 54 | 59136.00 | 60169.31 - |
| 55 | 57669.00 | 59797.87 - |
| 56 | 58031.00 | 58310.21 - |
| 57 | 58891.00 | 58649.57 - |
| 58 | 61112.00 | 59507.95 - |
| 59 | 61220.00 | 61739.14 - |
| 60 | 61941.00 | 61860.66 - |
| 61 | | 62576.86 - |
| 62 | | 63213.52 - |
| 63 | | 63850.19 - |
| 64 | | 64486.85 - |
| 65 | | 65123.52 - |



Winters' Three-Parameter Trend and Seasonality Method

วิธีนี้เป็น Seasonal Model สามารถใช้กับข้อมูลที่เป็นฤดูกาลได้ วิธีการของ Winters อยู่ภายใต้สมการพื้นฐาน 3 สมการคือ[1] สมการที่หนึ่งเพื่อทำให้ข้อมูล Stationary, สมการที่สองสำหรับแนวโน้ม (Trend Smoothing) และสมการสุดท้ายสำหรับฤดูกาล (Seasonality) จะเห็นว่าวิธีนี้คล้ายกับวิธีการของ Holt โดยเพิ่มสมการที่สามเข้ามา

สมการของ Winters' Method มีดังนี้

1. Overall Smoothing : $a_t = \alpha(x_t/r_t) + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$
2. Trend Smoothing : $b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$
3. Seasonal Smoothing : $r_{t+p} = \gamma(x_t + a_t) + (1-\gamma)r_t$

โดยค่า $\alpha, \beta, \gamma$ คือ Smoothing Constants

p คือ คาบเวลาของข้อมูล (Periodicity)

r คือ Seasonal Factor ของคาบเวลาที่ t ซึ่ง $\sum_{i=1}^{p} r_i = p$

สมการสำหรับการพยากรณ์คือ

$$F_t(k) = (a_t + b_t k)r_{t+k} \quad , k = 1,2,.....$$

วิธีนี้จะใช้ได้กับข้อมูลอย่างต่ำ 2p งวด และการกำหนดค่าเริ่มแรกของ intercept (a) และ slope (b) ใช้วิธีการ semi-average ตัวอย่างของวิธีนี้ได้แสดงในตาราง ข-3.11และตาราง ข-3.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[1] SPYROS MAKRIDAKIS, STEVEN C. WHEELWRIGHT AND VICTOR E. McGEE, FORECASTING : METHODS AND APPLICATIONS (New York: John Wiley & Sons, 1983), pp. 104-106.

ตาราง ข-3.11 แสดงการพยากรณ์โดยวิธี Winters

WINTERS - WINTERS 3-PARAMETERS LINEAR EXPO. SMOOTH.
TIME SERIES : KTB
ALPHA = .9599999
BETA = .05
GAMMA = .1
INITIAL ESTIMATE OF INTERCEPT = 29642.55
INITIAL ESTIMATE OF SLOPE = 546.658
LAST PERIOD ESTIMATE OF INTERCEPT = 62791.04
LAST PERIOD ESTIMATE OF SLOPE = 537.9495

| SEASONAL FACTOR | INITIAL EST. | FINAL EST. |
|---|---|---|
| 1 | 1.009301 | 1.009259 |
| 2 | 1.026793 | 1.026832 |
| 3 | 1.042100 | 1.042094 |
| 4 | 1.052768 | 1.052752 |
| 5 | 1.035149 | 1.035161 |
| 6 | 1.021280 | 1.021306 |
| 7 | 0.979193 | 0.979173 |
| 8 | 0.967878 | 0.967875 |
| 9 | 0.972732 | 0.972742 |
| 10 | 0.953135 | 0.953149 |
| 11 | 0.951893 | 0.951895 |
| 12 | 0.987780 | 0.987763 |

| PERIOD | ACTUAL | FORECAST | ERROR | %ERROR |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 33314.00 | 30470.01 | 2843.99 | 8.54 |
| 2 | 33223.00 | 34474.79 | -1251.79 | 3.77 |
| 3 | 34582.00 | 34419.15 | 162.85 | 0.47 |
| 4 | 36333.00 | 35593.57 | 739.43 | 2.04 |
| 5 | 35672.00 | 36383.54 | -711.54 | 1.99 |
| 6 | 33992.00 | 35867.43 | -1875.43 | 5.52 |
| 7 | 32679.00 | 33195.89 | -516.89 | 1.58 |
| 8 | 32118.00 | 32823.47 | -705.47 | 2.20 |
| 9 | 32203.00 | 32777.64 | -574.64 | 1.78 |
| 10 | 31327.00 | 32010.39 | -683.39 | 2.18 |
| 11 | 31115.00 | 31713.86 | -598.86 | 1.92 |
| 12 | 31792.00 | 32698.54 | -906.54 | 2.85 |
| 13 | 33420.00 | 32882.65 | 537.35 | 1.61 |
| 14 | 35355.00 | 34341.96 | 1013.04 | 2.87 |
| 15 | 37400.00 | 36283.34 | 1116.66 | 2.99 |
| 16 | 39301.00 | 38235.07 | 1065.93 | 2.71 |
| 17 | 38378.00 | 39131.99 | -753.99 | 1.96 |
| 18 | 38317.00 | 38382.80 | -65.80 | 0.17 |
| | | | | |
| 49 | 57780.00 | 57677.20 | 102.80 | 0.18 |
| 50 | 58822.00 | 59346.77 | -524.77 | 0.89 |
| 51 | 59280.00 | 60264.84 | -984.84 | 1.66 |
| 52 | 59851.00 | 60427.87 | -576.87 | 0.96 |
| 53 | 59492.00 | 59338.31 | 153.69 | 0.26 |
| 54 | 59136.00 | 59158.72 | -22.72 | 0.04 |
| 55 | 57669.00 | 57143.23 | 525.77 | 0.91 |
| 56 | 58031.00 | 57450.23 | 580.77 | 1.00 |
| 57 | 58891.00 | 58799.42 | 91.58 | 0.16 |
| 58 | 61112.00 | 58182.90 | 2929.10 | 4.79 |
| 59 | 61220.00 | 61558.94 | -338.94 | 0.55 |
| 60 | 61941.00 | 64188.09 | -2247.09 | 3.63 |
| 61 | | 63915.36 | | |
| 62 | | 65580.61 | | |
| 63 | | 67115.91 | | |
| 64 | | 68368.72 | | |
| 65 | | 67783.15 | | |

NUMBER OF ERROR OBSNS 60
MEAN % ERROR OR BIAS -.0496494
MEAN ABSOLUTE %ERROR 2.399319
MEAN SQUARED ERROR (MSE) 2098957
MEAN ABSOLUTE ERROR 1051.982

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-3.12 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์

```
WINTERS - WINTERS 3-PARAMETERS LINEAR EXPO. SMOOTH.
TIME SERIES : KTB
ALPHA =  .9599999
BETA  =  .05
GAMMA =  .1
INITIAL ESTIMATE OF INTERCEPT =  29642.55
INITIAL ESTIMATE OF SLOPE     =  546.658
LAST PERIOD ESTIMATE OF INTERCEPT =  62791.04
LAST PERIOD ESTIMATE OF SLOPE     =  537.9495

SEASONAL FACTOR  INITIAL EST.    FINAL EST.
       1           1.009301       1.009259
       2           1.026793       1.026832
       3           1.042100       1.042094
       4           1.052768       1.052752
       5           1.035149       1.035161
       6           1.021280       1.021306
       7           0.979193       0.979173
       8           0.967878       0.967875
       9           0.972732       0.972742
      10           0.953135       0.953149
      11           0.951893       0.951895
      12           0.987780       0.987763

NUMBER OF ERROR OBSNS  60
MEAN % ERROR OR BIAS -.0496494
MEAN ABSOLUTE %ERROR  2.399319
MEAN SQUARED ERROR (MSE)  2098957
MEAN ABSOLUTE ERROR  1051.982

                          30000.00  40000.00  50000.00  60000.00  70000.00
PERIOD ACTUAL  FORECAST  +---------+---------+---------+---------+
  1  33314.00  30470.01 -*  0
  2  33223.00  34474.79 -   0*
  3  34582.00  34419.15 -    *0
  4  36333.00  35593.57 -      +
  5  35672.00  36383.54 -      +
  6  33992.00  35867.43 -     0 *
  7  32679.00  33195.89 -    +
  8  32118.00  32823.47 -  0*
  9  32203.00  32777.64 -  0*
 10  31327.00  32010.39 - 0*
 11  31115.00  31713.86 - 0*
 12  31792.00  32698.54 -  0*
 13  33420.00  32882.65 -   +
 14  35355.00  34341.96 -    *0
 15  37400.00  36283.34 -       *0
 16  39301.00  38235.07 -         *0
 17  38378.00  39131.99 -         0*
 18  38317.00  38332.80 -         +
       |         |
       |         |
       |         |
       |         |
       |         |
 49  57780.00  57677.20 -                                        +
 50  58822.00  59346.77 -                                       +
 51  59280.00  60264.84 -                                       0*
 52  59851.00  60427.87 -                                        +
 53  59492.00  59338.31 -                                       +
 54  59136.00  59158.72 -                                       +
 55  57669.00  57143.23 -                                      *0
 56  58031.00  57450.23 -                                      *0
 57  58891.00  58799.42 -                                       +
 58  61112.00  58182.90 -                                        *  0
 59  61220.00  61558.94 -                                          0*
 60  61941.00  64188.09 -                                           0 *
 61            63915.36 -                                             *
 62            65580.61 -                                              *
 63            67115.91 -                                               *
 64            68368.72 -                                               *
 65            67783.15 -                                               *
PERIOD ACTUAL  FORECAST  +---------+---------+---------+---------+---------+
                          30000.00  40000.00  50000.00  60000.00  70000.00
```

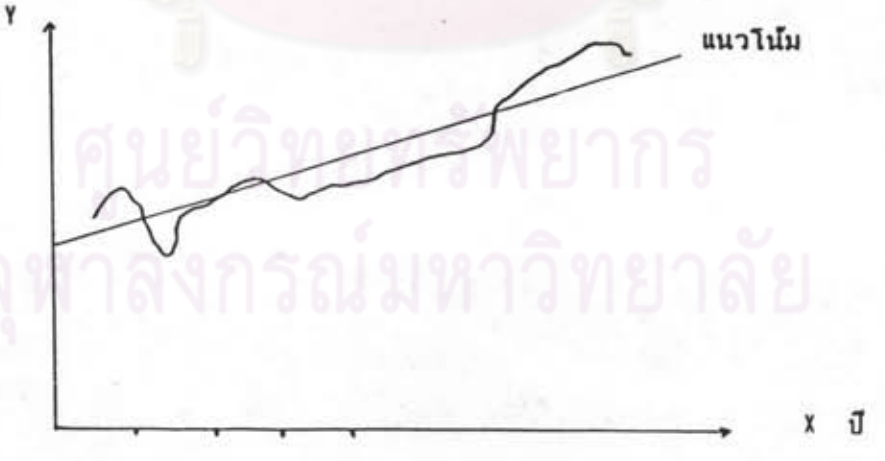
ข-4 อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค (The Classical Decomposition Method of Time Series Forecasting)

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิคนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในวงการธุรกิจ เนื่องจากสามารถแยกส่วนประกอบต่าง ๆ ออกมาได้ ทำให้สามารถทราบสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงหรือการผันแปรของอนุกรมเวลาแต่ละส่วนได้ สิ่งที่สำคัญที่สุดในการวิเคราะห์อนุกรมแบบนี้คือ การหาส่วนประกอบพื้นฐานของอนุกรมเวลาว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง และนำเอาแต่ละส่วนมาวิเคราะห์ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นำไปใช้เป็นเครื่องมือประกอบในการวางแผนในอนาคต

ปกติข้อมูลอนุกรมเวลาทางเศรษฐศาสตร์และทางธุรกิจมักจะถูกกำหนดให้ประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 4 ชนิด คือ

1. แนวโน้ม (Trend ;T)
2. การแปรผันตามฤดูกาล (Seasonal Variation ;S)
3. การแปรผันตามวัฏจักร (Cyclical Variation ;C)
4. การแปรผันที่ไม่สม่ำเสมอ (Irregular Variation ;I)

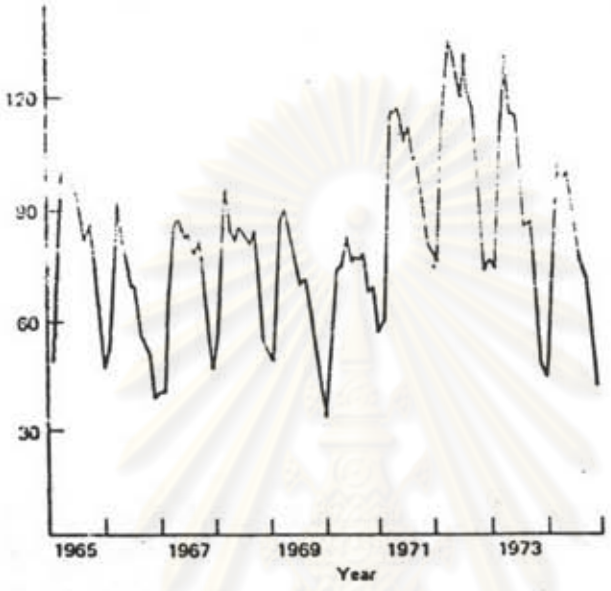
1. แนวโน้ม (Trend ;T) หมายถึงลักษณะการเคลื่อนไหวขึ้นลงของข้อมูลที่ต่อเนื่องกันในช่วงเวลาที่ค่อนข้างนานเป็นเวลาหลาย ๆ ปี ดังรูป ข-4.1




รูป ข-4.1 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้ม

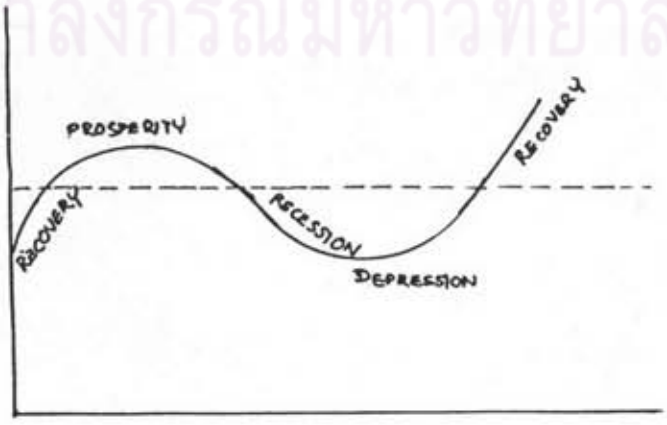
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การแปรผันตามฤดูกาล หมายถึงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในคาบเวลาหนึ่ง และเกิดซ้ำ ๆ กันเป็นประจำในช่วงระยะเวลาเดียวกันของแต่ละปี (ช่วงระยะเวลาไม่จำเป็นต้องเท่ากับ 1 ปีเสมอไป อาจเป็นเดือน หรือวันก็ได้ แต่ในทางเศรษฐศาสตร์และธุรกิจนิยมใช้ระยะเวลา 1 ปี เป็นเกณฑ์) และมักจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลหรือประเพณีนิยม ดังรูป ข-4.2



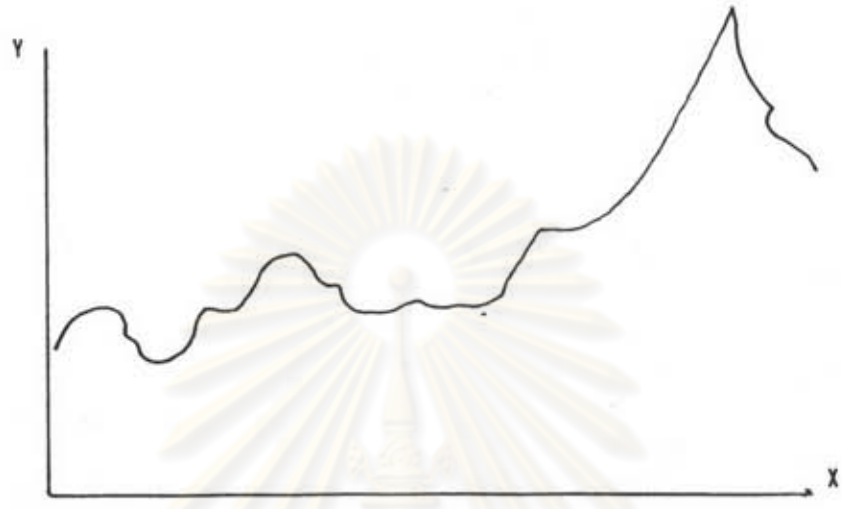

รูป ข-4.2 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล

3. การแปรผันตามวัฏจักร หมายถึงการแปรผันที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวขึ้นลง ๆ ในคาบเวลานานหลาย ๆ ปี คล้าย ๆกับแนวโน้ม แต่รูปร่างของการแปรผันที่แสดงแตกต่างจากแนวโน้ม กล่าวคือ รูปร่างของวัฏจักรประกอบด้วยช่วงซึ่งแสดงถึงความเจริญรุ่งเรือง ช่วงความเสื่อม ช่วงการหยุดกับที่และช่วงช่วงของการฟื้นตัว เช่นวัฏจักรทางธุรกิจ (Business Cycle) เป็นต้น ดังรูป ข-4.3




รูป ข-4.3

4. การแปรผันที่ไม่สม่ำเสมอ การแปรผันชนิดนี้ส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นโดยบังเอิญ หรือมีภัยพิบัติที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว ไม่อาจคาดการณ์ได้ล่วงหน้า เช่น สงคราม แผ่นดินไหว น้ำท่วม การนัดหยุดงาน เป็นต้น เหตุการณ์ชนิดนี้จะไม่เกิดซ้ำ ๆอีก จึงทำนายล่วงหน้าไม่ได้ ดังรูป ข-4.4




รูป ข-4.4 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการแปรผันไม่สม่ำเสมอรวมอยู่ด้วย

รูปแบบของอนุกรมเวลา

รูปแบบของอนุกรมเวลาแบบคลาสสิคนี้ สามารถแบ่งส่วนประกอบของอนุกรมเวลาได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะของผลรวม (Additive Model) กล่าวคือ ถ้าให้

Yi เป็นค่าของข้อมูลในช่วงเวลาที่ i

Ti เป็นแนวโน้มของข้อมูลในช่วงเวลาที่ i

Si เป็นการแปรผันตามฤดูกาลในช่วงเวลาที่ i

Ci เป็นการแปรผันตามวัฏจักรในช่วงเวลาที่ i

และ Ii เป็นการแปรผันที่ไม่สม่ำเสมอในช่วงเวลาที่ i

จะได้ $Yi = Ti + Si + Ci + Ii$

2. ลักษณะของผลคูณ (Multiplicative Model) ซึ่งมีรูปแบบของสมการดังนี้

$$Yi = Ti \times Si \times Ci \times Ii$$

แม้ว่าลักษณะของผลรวม (Additive Model) จะเป็นจริงในบางกรณี แต่การแสดงลักษณะส่วนประกอบของอนุกรมเวลาในรูปของผลคูณ (Multiplicative Model)มักนิยมใช้กับข้อมูลทางเศรษฐกิจ และใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังนั้นผู้เขียนจึงศึกษาข้อมูลอนุกรมเวลาในลักษณะของผลคูณเท่านั้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค

ตัวอย่างแสดงผลของการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค เพื่อพยากรณ์ปริมาณเงินให้สินเชื่อของธนาคารกรุงเทพฯพาณิชยการ จำกัดตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. การหาค่าแนวโน้ม (Trend; T) โดยใช้ Linear regression จะได้สมการดังนี้

   Y = 8380.012 + 215.498 x

   [ จุดเริ่มต้นอยู่ที่เดือน ม.ค.ปี 2524; x เป็นช่วงเวลามีหน่วยเป็น 1 เดือน; Y เป็นปริมาณเงินให้สินเชื่อ (ล้านบาท) ของธนาคาร ]

2. การทำ Moving Average เพื่อกำจัดแนวโน้ม (T) และวัฏจักร (C) ออกจากข้อมูลจริง (TXSXCXI) โดยใช้วิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่ (Ratio to moving average ) 12 ช่วงเวลาแบบเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centered 12 period mov. avg. ) ซึ่งปรากฏในตาราง ข-4.5 (สดมภ์ที่ 4 ÷ 24 ) และการหาค่า Ratio to mov. avg. โดยการเอาสดมภ์ที่ 2 หารด้วยสดมภ์ที่ 5

3. การหาค่าดัชนีฤดูกาล (Seasonal Index)

   จากตาราง ข-4.6 เป็นการแสดงค่าของการเคลื่อนไหวตามฤดูกาล(Specific seasonals) เพื่อนำไปใช้คำนวณหาค่าดัชนีฤดูกาล (Seasonal Index) โดยวิธีการคำนวณดังตารางที่ ข-4.7

4. การหาค่าวัฏจักร (C) โดยการหาค่า CXI จากตาราง ข-4.8 แล้วทำการเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 ช่วงเวลา เพื่อกำจัดค่า I ดังตาราง ข-4.9

5. การหาค่าประมาณความคลาดเคลื่อน และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ปรากฏในตาราง ข-4.10 โดย

   ค่าประมาณความคลาดเคลื่อน = สดมภ์ที่ 2 - สดมภ์ที่ 5

   และ $$MAPE = \left( \sum^{58} \left| \frac{\text{สดมภ์ที่ 6}}{\text{สดมภ์ที่ 2}} \right| \times 100 \right) / 58$$

6. การพยากรณ์ (Forecast) โดยการนำค่าแนวโน้มคูณกับค่าดัชนีฤดูกาล ดังตาราง ข-4.11

ตาราง ข-4.5 แสดงการหาอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่ (Ratio to Moving average)

DO YOU WANT A TABLE OF INTERMEDIATE VALUES ON WHICH
'RATIO-TO-MOVING-AVERAGE' ARE BASEED BEFORE CALCULATING
SEASONAL INDICES? REPLY 'YES' OR 'NO'.
? YES

| OBSER. NUMBER | ACTUAL TO VALUE (TXSXCXI) | 12 PERIOD MOV. TOTAL | 2 12 PERIOD MOV. TOTAL | CENTERED 12 PERIOD MOV. AVG. (TXCXI) | RATIO OF ACTUAL TO MOV. AVG. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9313 | | | | |
| 2 | 9627 | | | | |
| 3 | 9538 | | | | |
| 4 | 9719 | | | | |
| 5 | 9849 | | | | |
| 6 | 9676 | | | | |
| | | 122021 | | | |
| 7 | 10271 | | 246717 | 10279.88 | .9991367 |
| | | 124696 | | | |
| 8 | 10456 | | 251840 | 10493.33 | .9964422 |
| | | 127144 | | | |
| 9 | 10576 | | 256896 | 10704 | .9880419 |
| | | 129752 | | | |
| 10 | 10802 | | 261572 | 10898.83 | .9911153 |
| | | 131820 | | | |
| 11 | 11024 | | 265521 | 11063.38 | .996441 |
| | | 133701 | | | |
| 12 | 11170 | | 269215 | 11217.29 | .995784 |
| | | 135514 | | | |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| | | 229319 | | | |
| 48 | 19306 | | 461126 | 19213.58 | 1.00481 |
| | | 231807 | | | |
| 49 | 19759 | | 465890 | 19412.08 | 1.017871 |
| | | 234083 | | | |
| 50 | 19798 | | 470259 | 19594.13 | 1.010405 |
| | | 236176 | | | |
| 51 | 19881 | | 474372 | 19765.5 | 1.005844 |
| | | 238196 | | | |
| 52 | 19972 | | 477932 | 19913.83 | 1.002921 |
| | | 239736 | | | |
| 53 | 20174 | | 480977 | 20040.71 | 1.006651 |
| | | 241241 | | | |
| 54 | 20060 | | 483974 | 20165.58 | .9947642 |
| 55 | 20212 | | | | |
| 56 | 20424 | | | | |
| 57 | 20624 | | | | |
| 58 | 20448 | | | | |
| 59 | 20583 | | | | |
| 60 | 20798 | | | | |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-4.6 แสดงการหาค่าดัชนีฤดูกาล

SPECIFIC SEASONALS:

| YEAR | JUL | AUG | SEP | OCT | NOV | DEC |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2524 | .9991367 | .9964422 | .9880419 | .9911153 | .996441 | .995784 |
| 2525 | .9843217 | .9794719 | .9742901 | .9755256 | .9639436 | .9655375 |
| 2526 | .9775245 | .9880675 | .9784392 | .984396 | .9957501 | .9895245 |
| 2527 | .9891563 | .9978136 | 1.000719 | 1.005856 | 1.003848 | 1.00481 |

| YEAR | JAN | FEB | MAR | APR | MAY | JUN |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2525 | 1.055642 | 1.052154 | 1.048149 | 1.007852 | .9946438 | .9665214 |
| 2526 | 1.002688 | 1.010749 | 1.034472 | 1.02679 | 1.020557 | .9701994 |
| 2527 | 1.02457 | 1.023155 | 1.021883 | 1.013698 | 1.003986 | .9835464 |
| 2528 | 1.017871 | 1.010405 | 1.005844 | 1.002921 | 1.006651 | .9947642 |

SEASONAL INDICES PRINTED? 'YES' OR 'NO'.
? YES

SEASONAL INDICES:

| PERIOD | INDEX |
|---|---|
| 1 ST | 1.024645 |
| 2 ND | 1.023568 |
| 3 RD | 1.027038 |
| 4 TH | 1.012274 |
| 5 TH | 1.005921 |
| 6 TH | .9782347 |
| 7 TH | .9870068 |
| 8 TH | .9899193 |
| 9 TH | .9848459 |
| 10 TH | .9886944 |
| 11 TH | .9894664 |
| 12 TH | .9883853 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-4.7 แสดงการคำนวณหาค่าดัชนีฤดูกาล

| Month/Year | January | February | March | April | May | June |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2525 | 1.0556420 | 1.0521540 | 1.0481490 | 1.0078520 | 0.9946438 | 0.9665214 |
| 2526 | 1.0026880 | 1.0107490 | 1.0344720 | 1.0267900 | 1.0205570 | 0.9701994 |
| 2527 | 1.0245700 | 1.0231550 | 1.0218830 | 1.0136980 | 1.0039860 | 0.9835464 |
| 2528 | 1.0178710 | 1.0104050 | 1.0058440 | 1.0029210 | 1.0066510 | 0.9947642 |
| Average | 1.0251928 | 1.0241158 | 1.0275870 | 1.0128153 | 1.0064595 | 0.9787579 |
| Index | 1.0246448 | 1.0235684 | 1.0270378 | 1.0122739 | 1.0059215 | 0.9782347 |

| Month/Year | July | August | September | October | November | December |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2524 | 0.9991367 | 0.9964422 | 0.9880419 | 0.9911153 | 0.9964410 | 0.9957840 |
| 2525 | 0.9843217 | 0.9794719 | 0.9742901 | 0.9755256 | 0.9639436 | 0.9655375 |
| 2526 | 0.9775245 | 0.9880675 | 0.9784392 | 0.9843960 | 0.9957501 | 0.9895245 |
| 2527 | 0.9891563 | 0.9978136 | 1.0007190 | 1.0058560 | 1.0038480 | 1.0048100 |
| Average | 0.9875348 | 0.9904488 | 0.9853726 | 0.9892232 | 0.9899957 | 0.9889140 |
| Index | 0.9870070 | 0.9899194 | 0.9848459 | 0.9886945 | 0.9894665 | 0.9883854 |

หมายเหตุ ผลรวมค่าเฉลี่ย = 12.0064174

ค่าปรับแก้ (Adjustment factor) = 12 ÷ 12.0064174 = 0.9994655

ดัชนีฤดูกาล (Seasonal index)= ค่าเฉลี่ย(Average) x ค่าปรับแก้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-4.8 แสดงการหาค่า C X I

LINEAR FORECASTING EQUATION IS: Y = 8380.012 + 215.498 *X.

| OBSER. NUMBER | ACTUAL VALUE (TXSXCXI) | TREND (T) | SEASONAL INDEX (S) | (TXS) | (CXI) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9313 | 8595.51 | 1.024645 | 8807.344 | 1.057413 |
| 2 | 9627 | 8811.008 | 1.023568 | 9018.667 | 1.067453 |
| 3 | 9538 | 9026.506 | 1.027038 | 9270.563 | 1.028848 |
| 4 | 9719 | 9242.004 | 1.012274 | 9355.44 | 1.038861 |
| 5 | 9849 | 9457.502 | 1.005921 | 9513.503 | 1.035265 |
| 6 | 9676 | 9673 | .9782347 | 9462.464 | 1.022567 |
| 7 | 10271 | 9888.498 | .9870068 | 9760.016 | 1.052355 |
| 8 | 10456 | 10104 | .9899193 | 10002.14 | 1.045376 |
| 9 | 10576 | 10319.49 | .9848459 | 10163.11 | 1.040626 |
| 10 | 10802 | 10534.99 | .9886944 | 10415.89 | 1.03707 |
| 11 | 11024 | 10750.49 | .9894664 | 10637.25 | 1.036358 |
| 12 | 11170 | 10965.99 | .9883853 | 10838.62 | 1.030574 |
| 13 | 11988 | 11181.49 | 1.024645 | 11457.05 | 1.046343 |
| 14 | 12075 | 11396.98 | 1.023568 | 11665.59 | 1.035096 |
| 15 | 12146 | 11612.48 | 1.027038 | 11926.46 | 1.018408 |
| 16 | 11787 | 11827.98 | 1.012274 | 11973.16 | .9844522 |
| 17 | 11730 | 12043.48 | 1.005921 | 12114.79 | .9682379 |
| 18 | 11489 | 12258.97 | .9782347 | 11992.15 | .9580431 |
| 19 | 11790 | 12474.47 | .9870068 | 12312.39 | .957572 |
| 20 | 11825 | 12689.97 | .9899193 | 12562.05 | .9413275 |
| 21 | 11885 | 12905.47 | .9848459 | 12709.9 | .9350981 |
| 22 | 12064 | 13120.97 | .9886944 | 12972.63 | .9299582 |
| 23 | 12114 | 13336.46 | .9894664 | 13195.98 | .9180066 |
| 24 | 12331 | 13551.96 | .9883853 | 13394.56 | .9205975 |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 48 | 19306 | 18723.91 | .9883853 | 18506.44 | 1.043204 |
| 49 | 19759 | 18939.41 | 1.024645 | 19406.17 | 1.018181 |
| 50 | 19798 | 19154.91 | 1.023568 | 19606.36 | 1.009775 |
| 51 | 19881 | 19370.41 | 1.027038 | 19894.14 | .9993395 |
| 52 | 19972 | 19585.91 | 1.012274 | 19826.3 | 1.007349 |
| 53 | 20174 | 19801.4 | 1.005921 | 19918.66 | 1.012819 |
| 54 | 20060 | 20016.9 | .9782347 | 19581.23 | 1.024451 |
| 55 | 20212 | 20232.4 | .9870068 | 19969.52 | 1.012143 |
| 56 | 20424 | 20447.9 | .9899193 | 20241.77 | 1.009003 |
| 57 | 20624 | 20663.4 | .9848459 | 20350.26 | 1.013451 |
| 58 | 20448 | 20878.89 | .9886944 | 20642.85 | .990561 |
| 59 | 20583 | 21094.39 | .9894664 | 20872.19 | .9861447 |
| 60 | 20798 | 21309.89 | .9883853 | 21062.38 | .9874476 |

ตาราง ข-4.9 แสดงการหาค่าวัฏจักร( C )โดยการเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 ช่วงเวลา

SMOOTH IRREGULAR COMPONENT BY MOVING AVERAGES?
REPLY 'YES' OR 'NO'.
? YESYES
THIS PROGRAM HAS BEEN MODIFIED TO USE
ONLY 3 PERIODS IN YOUR MOVING AVERAGE
TO CALCULATE YOUR CYCLICAL RELATIVE.

| OBSER. NUMBER | (CXI) | 3 PERIOD MOV. TOTAL | CYCLICAL RELATIVE (C) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1.057413 | | |
| 1 | 1.067453 | 3.153714 | 1.051238 |
| 2 | 1.028848 | 3.135161 | 1.045054 |
| 3 | 1.038861 | 3.102974 | 1.034325 |
| 4 | 1.035265 | 3.096693 | 1.032231 |
| 5 | 1.022567 | 3.110187 | 1.036729 |
| 6 | 1.052355 | 3.120298 | 1.040099 |
| 7 | 1.045376 | 3.138357 | 1.046119 |
| 8 | 1.040626 | 3.123072 | 1.041024 |
| 9 | 1.03707 | 3.114054 | 1.038018 |
| 10 | 1.036358 | 3.104002 | 1.034667 |
| 11 | 1.030574 | 3.113275 | 1.037758 |
| 12 | 1.046343 | 3.112012 | 1.037337 |
| 13 | 1.035096 | 3.099846 | 1.033282 |
| 14 | 1.018408 | 3.037956 | 1.012652 |
| 15 | .9844522 | 2.971098 | .990366 |
| 16 | .9682379 | 2.910733 | .9702444 |
| 17 | .9580431 | 2.883853 | .9612843 |
| 18 | .957572 | 2.856943 | .9523142 |
| 19 | .9413275 | 2.833998 | .9446659 |
| 20 | .9350981 | 2.806384 | .9354612 |
| 21 | .9299582 | 2.783063 | .9276876 |
| 22 | .9180066 | 2.768562 | .9228541 |
| 23 | .9205975 | 2.760644 | .9202148 |
| 24 | .9220405 | 2.77448 | .9248267 |
| 48 | 1.018181 | 3.07116 | 1.02372 |
| 49 | 1.009775 | 3.027296 | 1.009099 |
| 50 | .9993395 | 3.016463 | 1.005488 |
| 51 | 1.007349 | 3.019507 | 1.006503 |
| 52 | 1.012819 | 3.044619 | 1.014873 |
| 53 | 1.024451 | 3.049413 | 1.016471 |
| 54 | 1.012143 | 3.045596 | 1.015199 |
| 55 | 1.009003 | 3.034597 | 1.011532 |
| 56 | 1.013451 | 3.013015 | 1.004338 |
| 57 | .990561 | 2.990157 | .9967191 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-4.10 แสดงการหาค่าประมาณความคลาดเคลื่อนและอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย

| OBSER. NUMBER | ACTUAL (TXSXCXI) | (T) | (TXS) | (TXSXC) | ESTIMATE ERROR | MAPE (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9313 | 8595.51 | 8807.344 | | | |
| 2 | 9627 | 8811.008 | 9018.667 | 9480.765 | 146.2354 | 1.519 |
| 3 | 9538 | 9026.506 | 9270.563 | 9688.237 | -150.2373 | 1.575 |
| 4 | 9719 | 9242.004 | 9355.44 | 9676.564 | 42.43652 | 0.437 |
| 5 | 9849 | 9457.502 | 9513.503 | 9820.133 | 28.86719 | 0.293 |
| 6 | 9676 | 9673 | 9462.464 | 9810.011 | -134.0107 | 1.385 |
| 7 | 10271 | 9888.498 | 9760.016 | 10151.38 | 119.6152 | 1.165 |
| 8 | 10456 | 10104 | 10002.14 | 10463.43 | -7.429688 | 0.071 |
| 9 | 10576 | 10319.49 | 10163.11 | 10580.04 | -4.042969 | 0.038 |
| 10 | 10802 | 10534.99 | 10415.89 | 10811.88 | -9.878906 | 0.091 |
| 11 | 11024 | 10750.49 | 10637.25 | 11006.01 | 17.9873 | 0.163 |
| 12 | 11170 | 10965.99 | 10838.62 | 11247.87 | -77.86816 | 0.697 |
| 13 | 11988 | 11181.49 | 11457.05 | 11884.83 | 103.1748 | 0.861 |
| 14 | 12075 | 11396.98 | 11665.59 | 12053.84 | 21.15625 | 0.175 |
| 15 | 12146 | 11612.48 | 11926.46 | 12077.35 | 68.65039 | 0.565 |
| 16 | 11787 | 11827.98 | 11973.16 | 11857.81 | -70.80762 | 0.601 |
| 17 | 11730 | 12043.48 | 12114.79 | 11754.31 | -24.30859 | 0.207 |
| 18 | 11489 | 12258.97 | 11992.15 | 11527.87 | -38.86914 | 0.338 |
| 19 | 11790 | 12474.47 | 12312.39 | 11725.26 | 64.73633 | 0.549 |
| 20 | 11825 | 12689.97 | 12562.05 | 11866.94 | -41.9375 | 0.355 |
| 21 | 11885 | 12905.47 | 12709.9 | 11889.62 | -4.616211 | 0.039 |
| 22 | 12064 | 13120.97 | 12972.63 | 12034.55 | 29.4541 | 0.244 |
| 23 | 12114 | 13336.46 | 13195.98 | 12177.97 | -63.96777 | 0.528 |
| 24 | 12331 | 13551.96 | 13394.56 | 12325.87 | 5.125977 | 0.042 |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 48 | 19306 | 18723.91 | 18506.44 | 19142.65 | 163.3496 | 0.846 |
| 49 | 19759 | 18939.41 | 19406.17 | 19866.48 | -107.4844 | 0.544 |
| 50 | 19798 | 19154.91 | 19606.36 | 19784.74 | 13.25586 | 0.067 |
| 51 | 19881 | 19370.41 | 19894.14 | 20003.31 | -122.3105 | 0.615 |
| 52 | 19972 | 19585.91 | 19826.3 | 19955.22 | 16.77539 | 0.084 |
| 53 | 20174 | 19801.4 | 19918.66 | 20214.9 | -40.9043 | 0.203 |
| 54 | 20060 | 20016.9 | 19581.23 | 19903.75 | 156.252 | 0.779 |
| 55 | 20212 | 20232.4 | 19969.52 | 20273.03 | -61.0293 | 0.302 |
| 56 | 20424 | 20447.9 | 20241.77 | 20475.2 | -51.20117 | 0.251 |
| 57 | 20624 | 20663.4 | 20350.26 | 20438.55 | 185.4512 | 0.899 |
| 58 | 20448 | 20878.89 | 20642.85 | 20575.12 | -127.1191 | 0.622 |
| 59 | 20583 | 21094.39 | 20872.19 | 20622.79 | -39.79102 | 0.193 |
| 60 | 20798 | 21309.89 | 21062.38 | | | |

| ABS. SUM OF ERROR | SUM OF SQ. ERROR | MAD | RMSE | MAPE |
|---|---|---|---|---|
| 3459.974 | 324974.5 | 59.65472 | 74.85325 | .4210041 |

ตาราง ข-4.11 แสดงผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 36 ช่วงเวลา

FORECAST FOR NEXT 36 OBSERVATIONS

| OBSERVATION | TREND VALUE | SEASONAL INDEX | FORECAST |
|---|---|---|---|
| 61 | 21525.39 | 1.024645 | 22055.88 |
| 62 | 21740.89 | 1.023568 | 22253.28 |
| 63 | 21956.38 | 1.027038 | 22550.03 |
| 64 | 22171.88 | 1.012274 | 22444.02 |
| 65 | 22387.38 | 1.005921 | 22519.94 |
| 66 | 22602.88 | .9782347 | 22110.92 |
| 67 | 22818.38 | .9870068 | 22521.89 |
| 68 | 23033.88 | .9899193 | 22801.68 |
| 69 | 23249.37 | .9848459 | 22897.05 |
| 70 | 23464.87 | .9886944 | 23199.59 |
| 71 | 23680.37 | .9894664 | 23430.93 |
| 72 | 23895.87 | .9883853 | 23618.32 |
| 73 | 24111.36 | 1.024645 | 24705.58 |
| 74 | 24326.86 | 1.023568 | 24900.2 |
| 75 | 24542.36 | 1.027038 | 25205.93 |
| 76 | 24757.86 | 1.012274 | 25061.74 |
| 77 | 24973.36 | 1.005921 | 25121.23 |
| 78 | 25188.85 | .9782347 | 24640.61 |
| 79 | 25404.35 | .9870068 | 25074.27 |
| 80 | 25619.85 | .9899193 | 25361.58 |
| 81 | 25835.35 | .9848459 | 25443.84 |
| 82 | 26050.85 | .9886944 | 25756.33 |
| 83 | 26266.34 | .9894664 | 25989.66 |
| 84 | 26481.84 | .9883853 | 26174.26 |
| 85 | 26697.34 | 1.024645 | 27355.29 |
| 86 | 26912.84 | 1.023568 | 27547.12 |
| 87 | 27128.34 | 1.027038 | 27861.82 |
| 88 | 27343.83 | 1.012274 | 27679.45 |
| 89 | 27559.33 | 1.005921 | 27722.52 |
| 90 | 27774.83 | .9782347 | 27170.3 |
| 91 | 27990.33 | .9870068 | 27626.64 |
| 92 | 28205.82 | .9899193 | 27921.49 |
| 93 | 28421.32 | .9848459 | 27990.62 |
| 94 | 28636.82 | .9886944 | 28313.06 |
| 95 | 28852.32 | .9894664 | 28548.4 |
| 96 | 29067.82 | .9883853 | 28730.2 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ข-5 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ๊อกซ์และเจนกินส์

การพยากรณ์โดยวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins) นี้ เป็นการพยากรณ์โดยอาศัยหลักสถิติทางด้านอนุกรมเวลาเข้ามาช่วยในการประมาณการ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาแผนใหม่ (Modern Time Series Analysis) ซึ่งในการวิเคราะห์นี้ไม่จำเป็นต้องกำหนดรูปแบบของสมการขึ้นมาก่อน แต่รูปแบบต่างๆจะถูกกำหนดขึ้นมาเองในระหว่างการวิเคราะห์ โดยอาศัยฟังก์ชั่นสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function) และค่าฟังก์ชั่นสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function)

รูปแบบต่างๆของอนุกรมเวลา

รูปแบบอนุกรมเวลาจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภท คือ[1]

1. รูปแบบ Autoregressive (AR) มีลักษณะสำคัญดังนี้ ค่าของตัวแปร ณ เวลาใดก็ตามจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าของตัวแปรนั้นในช่วงเวลาที่ผ่านมาแล้ว ซึ่งรูปแบบโดยทั่วไปของ Autoregressive ถ้าเขียนในรูปของ Autoregressive of Order p (AR(p)) จะเป็นดังนี้

$$(\tilde{y}_t-\mu) = \phi_1(\tilde{y}_{t-1}-\mu) + \phi_2(\tilde{y}_{t-2}-\mu) + \text{---} \phi_p(\tilde{y}_{t-p}-\mu) + e_t$$

หรือ $$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \text{---} \phi_p y_{t-p} + e_t$$

p คือ อันดับของรูปแบบ Autoregressive ซึ่งบอกให้ทราบว่าค่าของตัวแปร ณ เวลาหนึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าของตัวแปรในอดีตที่ผ่านมากี่หน่วยเวลา

$\phi_1, \phi_2 \text{---} \phi_n$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบ

ในทางทฤษฎีฟังก์ชั่นสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function) ของตัวแบบ AR จะมีค่าค่อยๆลดลงเมื่อระยะเวลาผ่านไป

---

[1] สมหวง จิรพัฒนกุล, "การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการธนาคารและการเงิน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527), หน้า 69.

2. รูปแบบ Moving Average (MA) มีลักษณะที่สำคัญคือ ค่าของตัวแปร ณ เวลาใดก็ตามจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณเทอมแปรปรวนสุ่ม (Disturbance Terms) ในช่วงเวลาที่ผ่านมาแล้ว ซึ่งรูปแบบโดยทั่วไปของ Moving Average ถ้าเขียนในรูปของ Moving Average of Order q (MA(q))

$$(y_t - \mu) = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \cdots - \theta_q e_{t-q}$$

หรือ

$$y_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \cdots - \theta_q e_{t-q}$$

q คือ อันดับของรูปแบบ Moving Average ซึ่งบอกให้ทราบว่าค่าของตัวแปร ณ เวลาหนึ่งมีความสัมพันธ์กับเทอมแปรปรวนสุ่มในอดีตที่ผ่านมากี่หน่วยเวลา

$\theta_1, \theta_2, \cdots \theta_q$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบ

ในทางทฤษฎีฟังก์ชั่นสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function) ของรูปแบบ MA จะมีค่าเป็นศูนย์เมื่อพ้นหน่วยเวลาที่เท่ากับอันดับของรูปแบบ MA

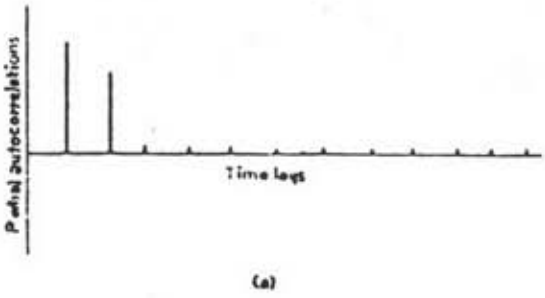
จะเห็นได้ว่ารูปแบบ AR และ MA มีความสัมพันธ์กัน โดยที่รูปแบบ AR ทุกๆอันดับสามารถเขียนในรูปของ MA ($\infty$) ได้ และรูปแบบของ MA ก็สามารถเขียนในรูปของ AR ($\infty$) ได้เช่นกัน แต่ในทางปฏิบัติจะพยายามเลือกรูปแบบที่ง่ายที่สุดโดยคำนึงถึงรูปแบบที่มีจำนวนพารามิเตอร์น้อยที่สุดในกรณีที่รูปแบบนั้นแสดงถึงสิ่งเดียวกัน เมื่อพิจารณาถึงสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation) จะพบว่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของรูปแบบ AR มีค่าเป็นศูนย์เมื่อพ้นหน่วยเวลาที่มีค่าเท่ากับอันดับของรูปแบบ AR นั้น แต่สำหรับสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของรูปแบบ MA จะมีค่าค่อย ๆ ลดลงไปตามเวลาที่ผ่านไป ตามรูปที่ ข-5.1 และตาราง ข-5.1 [1]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

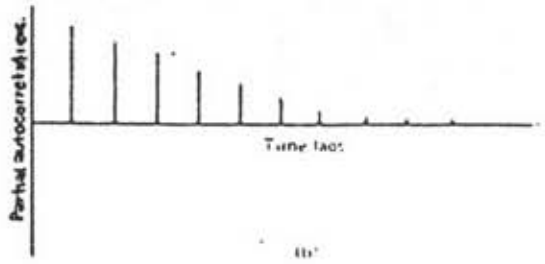
---

[1] Bovas Abraham and Johannes Ledolter, Statistical Methods for Forecasting (New York: John Wiley & Sons, Inc., 1983), p. 250.

รูป ข-5.1 แสดงความสัมพันธ์ของรูปแบบ AR และ MA



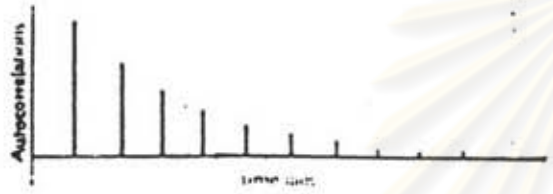

(a)



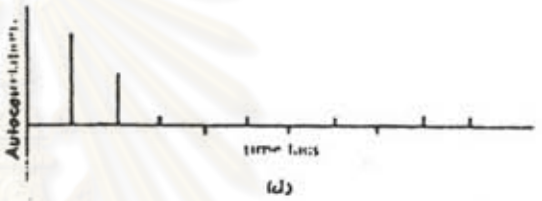

(b)

(a) แสดงสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของรูปแบบ AR มีค่าเป็นศูนย์เมื่อพ้นหน่วยเวลาที่มีค่าเท่ากับอันดับของรูปแบบAR นั้น

(b) แสดงสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของรูปแบบMA จะมีค่าค่อย ๆ ลดลงไปตามเวลาที่ผ่านไป




(c)




(d)

(c) แสดงสหสัมพันธ์ในตัวเองของรูปแบบ AR ซึ่งจะมีค่าค่อย ๆ ลดลงไปเมื่อเวลาผ่านไป

(d) แสดงสหสัมพันธ์ในตัวเองของรูปแบบ MA จะมีค่าเป็นศูนย์เมื่อพ้นหน่วยเวลาที่มีค่าเท่ากับอันดับของรูปแบบMA นั้น

ตาราง ข-5.1 แสดงความสัมพันธ์ของรูปแบบ AR และ MA

Table 5.3. Properties of the ACF and the PACF for Various ARMA Models

| Model | ACF | PACF |
|---|---|---|
| $(1, d, 0)$ AR(1) | Exponential or oscillatory decay | $\phi_{kk} = 0$ for $k > 1$ |
| $(2, d, 0)$ AR(2) | Exponential or sine wave decay | $\phi_{kk} = 0$ for $k > 2$ |
| $(p, d, 0)$ AR($p$) | Exponential and/or sine wave decay | $\phi_{kk} = 0$ for $k > p$ |
| $(0, d, 1)$ MA(1) | $\rho_k = 0$ for $k > 1$ | Dominated by damped exponential |
| $(0, d, 2)$ MA(2) | $\rho_k = 0$ for $k > 2$ | Dominated by damped exponential or sine wave |
| $(0, d, q)$ MA($q$) | $\rho_k = 0$ for $k > q$ | Dominated by linear combination of damped exponentials and/or sine waves |
| $(1, d, 1)$ ARMA(1, 1) | Tails off Exponential decay from lag 1 | Tails off. Dominated by exponential decay from lag 1 |
| $(p, d, q)$ ARMA($p, q$) | Tails off after $q - p$ lags. Exponential and/or sine wave decay after $q - p$ lags | Tails off after $p - q$ lags. Dominated by damped exponentials and/or sine waves after $p - q$ lags |

หมายเหตุ ACF[1] คือฟังก์ชั่นสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function) เป็นเครื่องวัดระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรชนิดเดียวกันในช่วงเวลาต่างๆ คล้ายกับการวัดความสัมพันธ์ของตัวแปร (Correlation) แต่ต่างกันตรงที่ว่าวิธี ACF นี้เป็นการวัดความสัมพันธ์ของตัวแปรชุดเดียวกันด้วยช่วงห่างของเวลาต่างๆ (lag k)

PACF[2] คือฟังก์ชั่นสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function) เป็นเครื่องวัดระดับความสัมพันธ์ของค่าตัวแปรปัจจุบันกับค่าตัวแปรที่เกิดก่อนหน้านั้นในตัวแปรชุดเดียวกัน โดยที่ให้ผลกระทบของค่าตัวแปรนี้กับช่วงเวลาอื่นๆ คงที่ วิธีนี้คล้ายกับการวัดความสัมพันธ์ชนิด Partial Correlation ต่างกันตรงที่วิธีนี้ใช้กับตัวแปรเพียงตัวเดียว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[1] Spyros Makridakis, Steven C. Wheelwright and Victor E. McGee, FORECASTING : Methods and applications (New York : John Wiley & Sons, 1983), p. 891.

[2] Spyros Makridakis and Steven C. Wheelwright, INTERACTIVE FORECASTING (California : Holden-Day, Inc., 1978), p. 621.

3. รูปแบบ Mixed Autoregressive - Moving Average (ARIMA) จะมีลักษณะร่วมกันของ 2 รูปแบบที่กล่าวมาข้างต้น คือ ค่าของตัวแปร ณ เวลาใดก็ตามจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าของตัวแปรนั้นและเทอมแปรปรวนสุ่มในช่วงเวลาที่ผ่านมาแล้ว รูปแบบของ ARIMA ถ้าเขียนในรูปของ ARMA (p,q) โดยที่ค่า p ในวงเล็บแทนค่า Order ของ AR และค่า q ใช้แทน Order ของ MA จะเป็นดังนี้

$$(\tilde{y}_t-\mu) - \phi_1(\tilde{y}_{t-1}-\mu) - \cdots - \phi_p(\tilde{y}_{t-p}-\mu) = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \cdots - \theta_q e_{t-q}$$

หรือ $$y_t - \phi_1 y_{t-1} - \cdots - \phi_p y_{t-p} = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \cdots - \theta_q e_{t-q}$$

ในกรณีที่ $\theta_1 = \theta_2 = \cdots = \theta_q = 0$ รูปแบบ ARMA (p,q) ก็คือรูปแบบ AR(p) และถ้า $\Phi_1 = \Phi_2 = \cdots = \Phi_p = 0$ รูปแบบ ARMA (p,q) ก็คือรูปแบบ MA (q)

รูปแบบอนุกรมเวลาของ AR, MA และ ARMA ทั้ง 3 รูปแบบที่ได้อธิบายข้างต้นนั้นเป็นรูปแบบที่อยู่ภายใต้ข้อสมมติฐานว่ามาจาก Stationary Process แต่บางครั้งจะพบว่าข้อมูลบางชุดเป็นแบบ Non-Stationary Process ดังนั้นจะต้องแปลงข้อมูลนั้นให้เป็น Stationary เสียก่อนซึ่งวิธีการแปลงก็คือการหาผลต่าง (In-tegrated) ในทางปฏิบัติพบว่า การหาผลต่างเพียง 1 หรือ 2 ครั้งก็จะมีผลทำให้ข้อมูลนั้นเป็น Stationary ได้ ดังนั้นจะได้รูปแบบอีกรูปแบบหนึ่งที่เรียกว่า Autoregressive In-tegrated Moving Average เขียนเป็นตัวย่อว่า ARIMA ซึ่งถ้าเขียนในรูปของ ARIMA of Order (p, d, q) แล้วค่า p จะแทนค่าของ AR d จะเป็นค่า In-tegrated และ q จะแทนค่าของ MA

ฉะนั้น ในวิธีของ Box-Jenkins Time series จึงมักใช้รูปแบบ ARIMA ในการหารูปแบบต่าง ๆ ของอนุกรมเวลา Y โดยที่กำหนดค่าของ p, d และ q ซึ่งถ้าหากข้อมูลเบื้องต้นมีลักษณะเป็น Stationary อยู่แล้ว ค่า d ก็จะเท่ากับ 0 แต่ถ้าเป็นลักษณะของ Non-stationary ค่า d ก็จะมีค่าเป็น 1 หรือ 2 ตามลำดับ เช่น ARIMA (1,0,0), ARIMA (0,0,1) หรือ ARIMA (1,1,1) เป็นต้น

รูปแบบต่าง ๆ ของอนุกรมเวลาที่กล่าวมานี้ จะเป็นวิธีที่จะนำไปใช้ในการกำหนดรูปแบบขั้นต้น (Identification) ตามขั้นตอนที่ 1 ของการพยากรณ์ด้วยวิธี Box-Jenkins ซึ่งวิธีการของแต่ละขั้นตอนจะเป็นดังนี้

1. การกำหนดรูปแบบขั้นต้น (Identification) โดยพิจารณาจากค่า Autocorrelation function ( $\rho_k$ ) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง $-1 < \rho_k \leq 1$ เมื่อ k มีค่าเท่ากับ 0,1,2, ... ในทางปฏิบัติจะใช้ค่าประมาณของ $\rho_k$ คือ Sample autocorrelation coefficient ( $r_k$ ) ซึ่งค่า $r_k$ ในที่นี้เป็นค่าสถิติที่แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นของข้อมูลแต่ละคู่ภายในอนุกรมเวลาชุดเดียวกัน คือระหว่าง $Y_t$ กับ $Y_{t+k}$ เมื่อ $t = 1,2,\ldots., N-k$ และ $k = 1,2,3,\ldots. K$ (ปกตินิยมให้ $K \leq N/4$) ถ้าข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นแบบ Stationary ค่าของ r จะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นแบบ Non-stationary หรือได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล จะต้องทำให้ข้อมูลอนุกรมเวลานั้นเป็นแบบ Stationary เสียก่อนโดยการทำการหาผลต่างของข้อมูลอนุกรมเวลานั้น ได้ข้อมูลชุดใหม่เรียก First Difference Series และบางกรณีได้ข้อมูลชุดใหม่ยังไม่เข้าอยู่ในลักษณะ Stationary ก็อาจต้องหาผลต่างครั้งที่ 2, 3,..ต่อไป ดังรูป ข-5.2 และรูป ข-5.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป ข-5.2 แสดงกราฟ ACF และ PACF ที่เป็น Non-stationary

```
NUMBER OF CASES =  60
MEAN OF SERIES =  150764.906
STANDARD DEVIATION OF SERIES =   36026.601

PLOT OF AUTOCORRELATIONS

LAG   CORR     SE  -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
                   +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1   .961   .129                          (     |*****)******************
  2   .923   .218                        (       |*********)**************
  3   .881   .275                      (         |************)**********
  4   .839   .319                    (           |**************)******
  5   .794   .354                  (             |****************)***
  6   .749   .382                (               |******************)
  7   .702   .406               (                |******************* )
  8   .652   .426             (                  |******************    )
  9   .601   .442           (                    |*****************      )
 10   .546   .456           (                    |***************        )
 11   .492   .466         (                      |*************          )
 12   .442   .475         (                      |************           )
 13   .390   .482       (                        |**********             )
 14   .340   .487       (                        |*********              )
 15   .297   .491       (                        |********               )
```

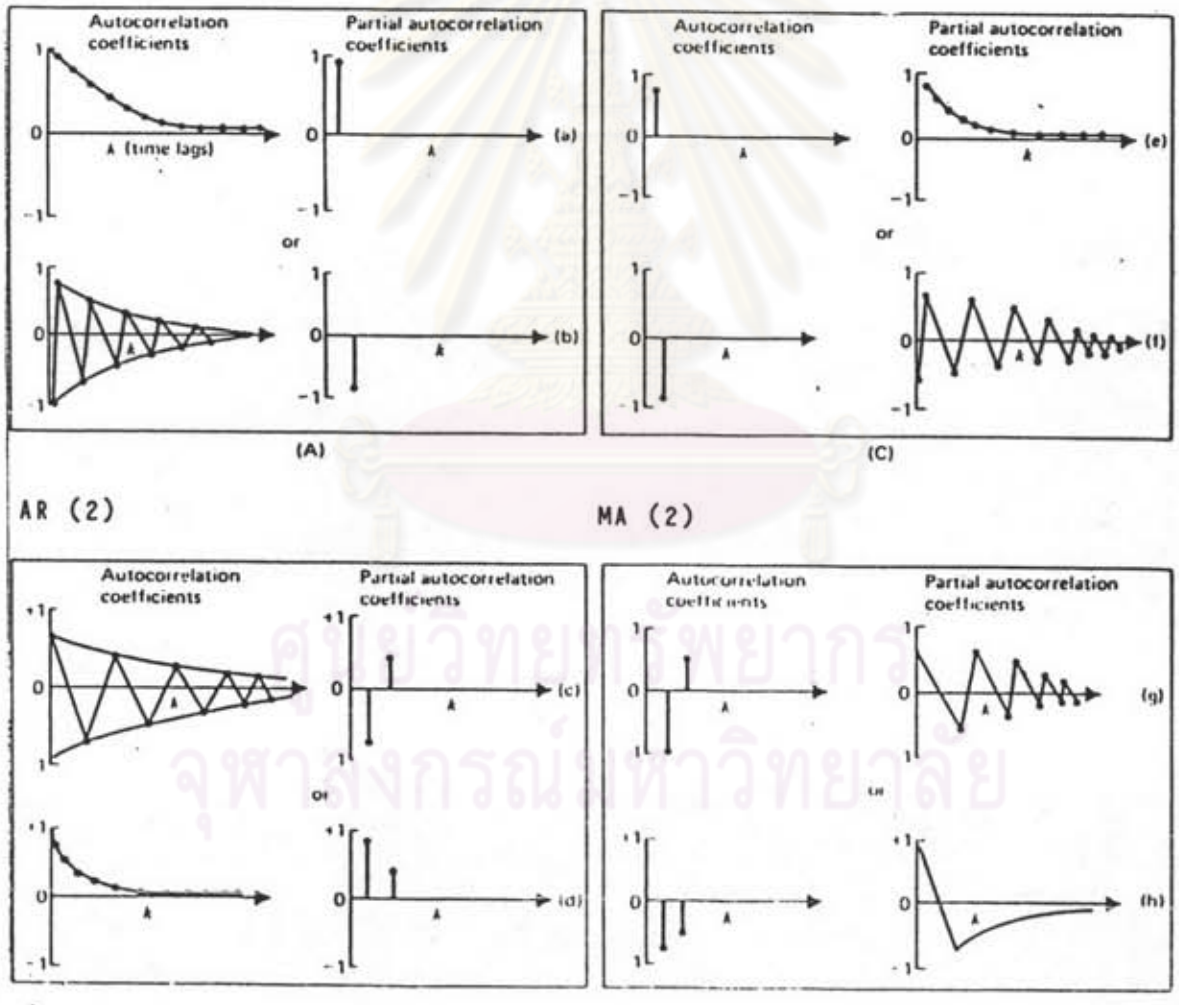
```
>pacf bb1
NUMBER OF CASES =  60
MEAN OF SERIES =  150764.906
STANDARD DEVIATION OF SERIES =   36026.601

PLOT OF PARTIAL AUTOCORRELATIONS

LAG   CORR     SE  -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
                   +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1   .961   .129                          (     |*****)******************
  2  -.019   .129                          (     *|     )
  3  -.055   .129                          (    **|     )
  4  -.041   .129                          (    **|     )
  5  -.054   .129                          (    **|     )
  6  -.014   .129                          (     *|     )
  7  -.064   .129                          (    **|     )
  8  -.053   .129                          (    **|     )
  9  -.056   .129                          (    **|     )
 10  -.075   .129                          (    **|     )
 11  -.023   .129                          (     *|     )
 12   .026   .129                          (      |*    )
 13  -.060   .129                          (    **|     )
 14  -.013   .129                          (     *|     )
 15   .056   .129                          (      |**   )
```

รูป ข-5.3 แสดงกราฟ ACF และ PACF ของข้อมูล First difference Series

```
>difference bbl
>acf bbl
NUMBER OF CASES =  59
MEAN OF SERIES =    1774.153
STANDARD DEVIATION OF SERIES =    2419.736

PLOT OF AUTOCORRELATIONS

LAG   CORR     SE  -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
                   +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1   .237   .130                        (    |*****)
  2   .138   .137                        (    |****  )
  3   .045   .140                        (    |**    )
  4  -.021   .140                        (    *|      )
  5  -.071   .140                        (   **|      )
  6  -.117   .141                        (  ***|      )
  7  -.098   .142                        (  ***|      )
  8  -.212   .143                        (******|      )
  9  -.103   .149                        (  ***|      )
 10  -.114   .150                        (  ***|      )
 11  -.009   .151                        (    *|      )
 12   .161   .151                        (     |***** )
 13   .032   .154                        (     |*     )
 14   .064   .154                        (     |**    )
 15   .049   .155                        (     |**    )


>pacf bbl
NUMBER OF CASES =  59
MEAN OF SERIES =    1774.153
STANDARD DEVIATION OF SERIES =    2419.736

PLOT OF PARTIAL AUTOCORRELATIONS

LAG   CORR     SE  -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
                   +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1   .237   .130                        (    |*****)
  2   .086   .130                        (    |***   )
  3  -.006   .130                        (    *|      )
  4  -.044   .130                        (   **|      )
  5  -.065   .130                        (   **|      )
  6  -.087   .130                        (  ***|      )
  7  -.042   .130                        (   **|      )
  8  -.172   .130                        (*****|      )
  9  -.013   .130                        (    *|      )
 10  -.066   .130                        (   **|      )
 11   .034   .130                        (    |*      )
 12   .169   .130                        (    |*****)
 13  -.068   .130                        (   **|      )
 14  -.002   .130                        (    *|      )
 15   .001   .130                        (    |*      )
```

เมื่อข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะเป็น Stationary แล้ว ขั้นต่อไปก็จะนำไปเปรียบเทียบกับรูปแบบมาตรฐานของอนุกรมเวลาแบบต่าง ๆ ( $\rho_k$ ) ดังรูป ข-5.4 โดยเลือกรูปแบบที่มีลักษณะสอดคล้องกับรูปแบบมาตรฐานที่สุด

รูป ข-5.4 แสดงลักษณะของ $\rho_k$ สำหรับรูปแบบ AR และ MA




ที่มา : Makridakis,S. and S. Wheelwright,"Forecasting" 1978 ;Page 334.

2. การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimation) เมื่อเลือกรูปแบบในขั้นที่หนึ่งได้แล้ว ขั้นต่อไปก็จะทำการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดของรูปแบบนั้น ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ซึ่งคอมพิวเตอร์จะคำนวณให้ ดังรูป ข-5.5

3. การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ (Diagnostic Checking) ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบความเหมาะสมของรูปแบบคือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Residuals or error: e ) ซึ่งเป็นผลต่างระหว่างค่าอนุกรมเวลาที่เกิดขึ้นจริงกับค่าคาดหมาย ซึ่งมีค่าเท่ากับ $Y_t - \hat{Y}_t = e_t$ คุณลักษณะที่จะชี้ให้เห็นถึงความเหมาะสมของรูปแบบมีดังนี้

3.1 ค่า $e_t$ จะต้องไม่มีสหสัมพันธ์กัน (Uncorrelated) ที่ทุกค่า lag k นั่นคือ $r_k(e_t) = 0$ ดังรูป ข-5.6

3.2 ค่า $e_t$ มีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution)

ถ้าผลการตรวจสอบปรากฏว่าตัวแบบไม่มีความเหมาะสม ผู้วิเคราะห์ต้องกลับไปเริ่มทำตั้งแต่ขั้นหนึ่งใหม่ แต่ถ้าผลการตรวจสอบปรากฏว่ามีความเหมาะสมในตัวแบบพอที่จะยอมรับได้ ตัวแบบนั้นก็จะสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ได้ ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณเงินให้สินเชื่อของธนาคารกรุงเทพ จำกัด ด้วยวิธี Box & Jenkins ปรากฏดังรูป ข-5.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป ข-5.5 แสดงการประมาณค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบ MA (2)

```
>arima bbl/q=2,contant,forecast=36
ITERATION  SUM OF SQUARES  PARAMETER VALUES
    0       .3827857D+09 ******  .100  .100
    1       .3274260D+09 ****** -.138 -.057
    2       .3274189D+09 ****** -.121 -.085
    3       .3263284D+09 ****** -.147 -.093
    4       .3244362D+09 ****** -.219 -.116
    5       .3243849D+09 ****** -.209 -.123
    6       .3243844D+09 ****** -.210 -.122
    7       .3243844D+09 ****** -.210 -.122
    8       .3243844D+09 ****** -.210 -.122
    9       .3243844D+09 ****** -.210 -.122
   10       .3243844D+09 ****** -.210 -.122
   11       .3243844D+09 ****** -.210 -.122
   12       .3243844D+09 ****** -.210 -.122
   13       .3243844D+09 ****** -.210 -.122 .

ESTIMATED COEFFICIENTS

INDEX  TYPE    ESTIMATE  STANDARD ERROR

  1    MEAN   1782.456       379.974
  2     MA      -0.210         0.098
  3     MA      -0.122         0.108
```

รูป ข-5.6 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ

```
>acf residual
NUMBER OF CASES =  59
MEAN OF SERIES =      -5.890
STANDARD DEVIATION OF SERIES =    2344.782

PLOT OF AUTOCORRELATIONS

LAG   CORR     SE  -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
                    +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1   .007   .130                        (    |*   )
  2   .012   .130                        (    |*   )
  3   .051   .130                        (    |**  )
  4  -.013   .131                        (   *|     )
  5  -.054   .131                        (  **|     )
  6  -.077   .131                        (  **|     )
  7  -.032   .132                        (   *|     )
  8  -.178   .132                        (*****|    )
  9  -.036   .136                        (   *|     )
 10  -.103   .136                        (  ***|    )
 11  -.019   .137                        (   *|     )
 12   .177   .137                        (    |*****)
 13  -.018   .141                       (     *|     )
 14   .040   .141                       (      |*    )
 15   .037   .141                       (      |*    )
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป ข-5.7 แสดงค่าพยากรณ์จากรูปแบบ MA (2)

FORECAST VALUES

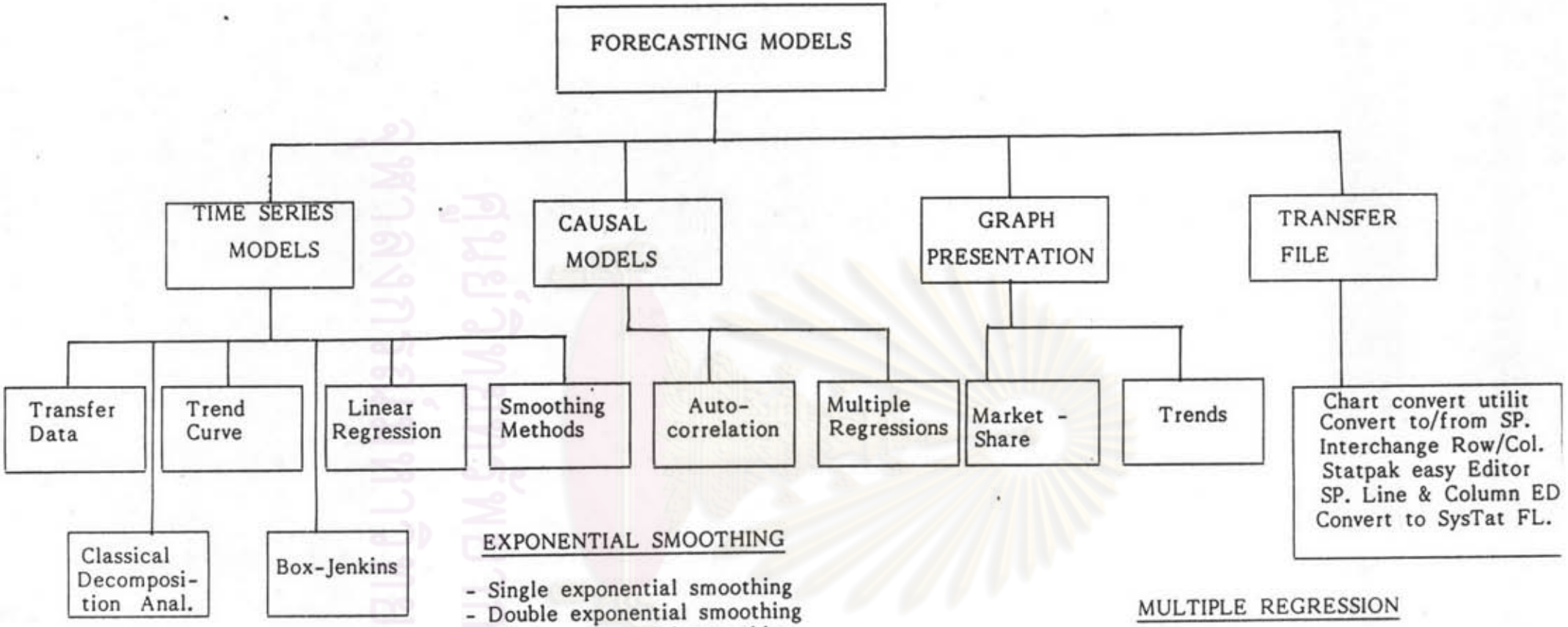
| PERIOD | LOWER95 | FORECAST | UPPER95 |
|---|---|---|---|
| 61 | 197657.578 | 202374.859 | 207092.140 |
| 62 | 196708.968 | 204113.093 | 211517.218 |
| 63 | 196185.499 | 205895.546 | 215605.593 |
| 64 | 196113.000 | 207678.000 | 219243.000 |
| 65 | 196299.406 | 209460.453 | 222621.499 |
| 66 | 196659.453 | 211242.906 | 225826.359 |
| 67 | 197146.406 | 213025.359 | 228904.312 |
| 68 | 197731.359 | 214807.812 | 231884.265 |
| 69 | 198394.953 | 216590.265 | 234785.578 |
| 70 | 199123.484 | 218372.718 | 237621.953 |
| 71 | 199906.781 | 220155.171 | 240403.562 |
| 72 | 200737.124 | 221937.624 | 243138.124 |
| 73 | 201608.421 | 223720.078 | 245831.734 |
| 74 | 202515.812 | 225502.531 | 248489.249 |
| 75 | 203455.312 | 227284.984 | 251114.656 |
| 76 | 204423.624 | 229067.437 | 253711.249 |
| 77 | 205417.984 | 230849.890 | 256281.796 |
| 78 | 206436.046 | 232632.343 | 258828.640 |
| 79 | 207475.796 | 234414.796 | 261353.796 |
| 80 | 208535.468 | 236197.249 | 263859.031 |
| 81 | 209613.562 | 237979.703 | 266345.843 |
| 82 | 210708.718 | 239762.156 | 268815.593 |
| 83 | 211819.765 | 241544.609 | 271269.437 |
| 84 | 212945.656 | 243327.062 | 273708.468 |
| 85 | 214085.421 | 245109.515 | 276133.593 |
| 86 | 215238.249 | 246891.968 | 278545.687 |
| 87 | 216403.343 | 248674.421 | 280945.499 |
| 88 | 217580.046 | 250456.874 | 283333.718 |
| 89 | 218767.687 | 252239.328 | 285710.968 |
| 90 | 219965.734 | 254021.781 | 288077.812 |
| 91 | 221173.640 | 255804.234 | 290434.812 |
| 92 | 222390.921 | 257586.687 | 292782.437 |
| 93 | 223617.124 | 259369.140 | 295121.156 |
| 94 | 224851.874 | 261151.593 | 297451.312 |
| 95 | 226094.765 | 262934.062 | 299773.374 |

# ภาคผนวก ค.

## การพัฒนาโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป ค-1 แสดงรูปแบบการพยากรณ์ด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์




EXPONENTIAL SMOOTHING

- Single exponential smoothing
- Double exponential smoothing
- Triple exponential smoothing
- Adaptive response rate exp. smoothing
- Holt 2-parameters linear exp. smoothing
- Winter 3-parameters linear exp. smoothing

MULTIPLE REGRESSION

- Regular multiple regression
- Forward stepwise regression
- Backward stepwise regression (Elimination)
- Interactive multiple linear regression

AVERAGE METHODS

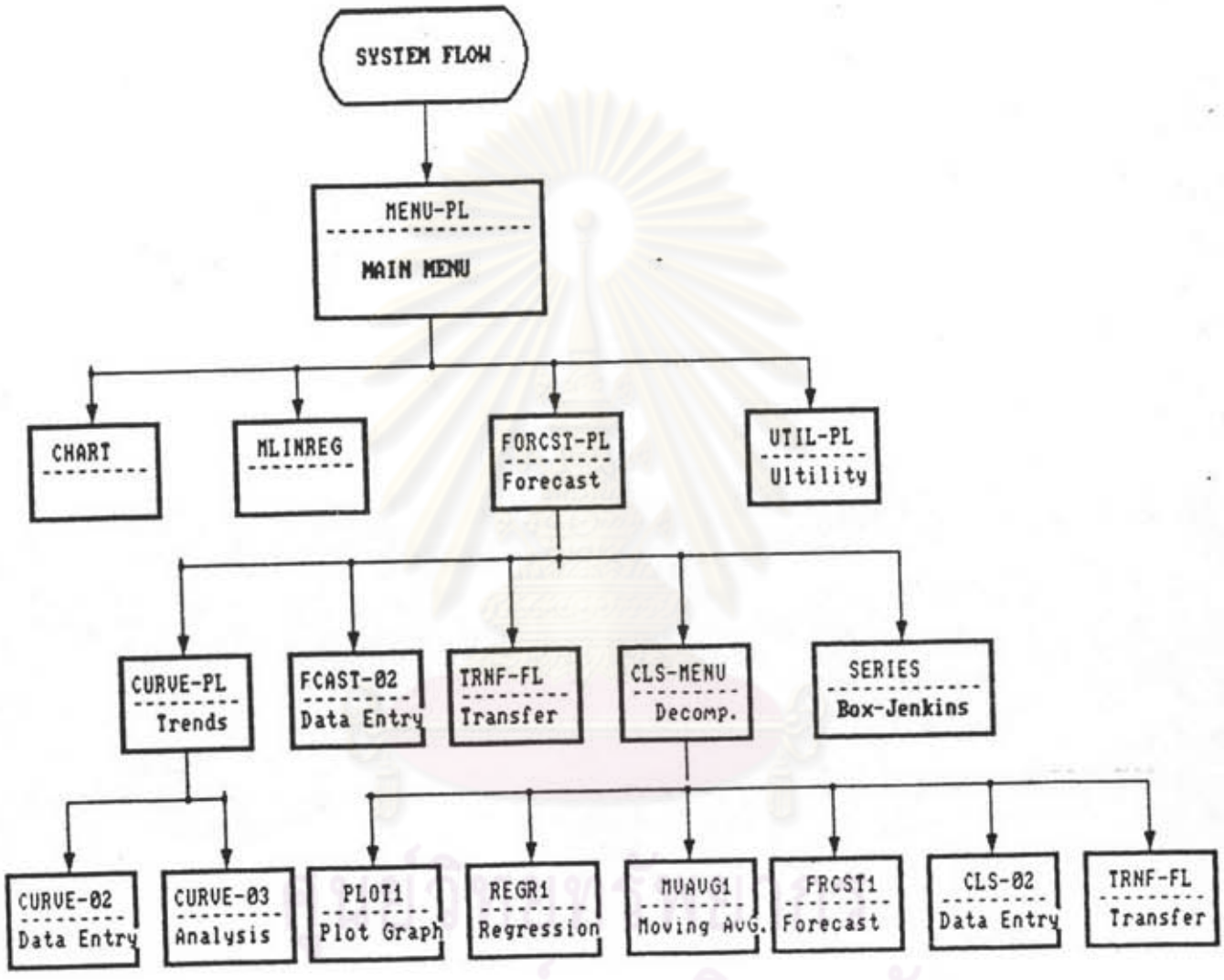
- Single Moving Average
- Linear Moving Average



Design & Program By

Mr. Prachuk Chutsirileud MBA.

รูป ค-2 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์




จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Design & Program By Mr.prachuk MBA

# ประวัติผู้เขียน

นายประจักษ์ ฉัตรสิริเลิศ เกิดเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2500 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาสถิติศาสตร์บัณฑิต สาขาประมวลผลข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ จาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2525 และได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต ในภาควิชาบริหารธุรกิจ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2527

ปัจจุบันทำงานอยู่ที่ส่วนพัฒนาระบบข้อมูลและรายงานเพื่อการบริหาร สำนักพัฒนาระบบงาน ธนาคารกรุงเทพ จำกัด ตำแหน่งพนักงานวิเคราะห์โปรแกรม (Analyst Programmer)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย