

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- การค้าต่างประเทศ, กรม. "ระบบการให้สิทธิพิเศษทางภาษีศุลกากรเป็นการทั่วไป
ของประชาคมเศรษฐกิจยุโรป." กรุงเทพมหานคร : กรมการค้าต่างประเทศ,
2519.
- คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, สำนักงาน. "ทะเบียนบัญชีประเภทอุตสาหกรรม
ปี 2531." กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน,
2531.
- คณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ, สำนักงาน. "สับปรด
กระป๋อง." กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วย
มาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ, 2529.
- วิวัฒน์ เกียรติปานอภิกุล. "ปัญหาการผลิตและการจำหน่ายสับปรดกระป๋องของกิจการ
หัตถ์การปลูกสับปรดเอง." วิทยานิพนธ์ปริญพามหาบัณฑิตแผนกบัญชีทั่วไป
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.
- พิทวารักษ์ วุทธิสาร. "การพยากรณ์ปริมาณการใช้โทรศัพท์ในเขตนครหลวง." วิทยานิพนธ์
ปริญพามหาบัณฑิต แผนกวิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517
- นิตย์ ผ่าม. "การศึกษาตัวแบบการพยากรณ์อุปสงค์การบริการทางโทรศัพท์ในประเทศไทย -
ในขนาดต." วิทยานิพนธ์ปริญพามหาบัณฑิต หลักสูตรบริหารธุรกิจ คณะพาณิชยศาสตร์
และการบัญชี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.
- ประจักษ์ ฉัตรสิริเกิด. "การศึกษาแนวโน้ม 3 ปี ของส่วนแบ่งตลาดสินค้าเชื้อของธนาคารพาณิชย์
ในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญพามหาบัณฑิต หลักสูตรบริหารธุรกิจ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- ปฤษฎางค์ จำกัด, บริษัท. ผลไม้แปรรูป : โอกาสและแนวทางการพัฒนา.
กรุงเทพมหานคร : บริษัท ปฤษฎางค์ จำกัด, 2531.

บรรณานุกรม(ต่อ)

- วัลลภ นิยมมานนท์. "การผลิตและการค้าสับปะรดกระป๋องของประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญตพามหาบัณฑิต หลักสูตรบริหารธุรกิจ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.
- เศรษฐกิจการเกษตร, สำนักงาน. "แนวทางพัฒนาสับปะรดและสับปะรดกระป๋อง." กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2531.
- สักดิ์การเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2527/28. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2528.
- สักดิ์การเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2531/32. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2532.
- "การค้าสับปะรดของไทย กับประชาคมเศรษฐกิจยุโรป." กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2522.
- "การค้าสับปะรดกระป๋องในสหรัฐอเมริกา." กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2531.
- "แนวโน้มตลาดสับปะรดกระป๋องของไทยในญี่ปุ่นหลังการยกเลิกโควตานำเข้า." กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2531.
- "รายงานการศึกษาวิเคราะห์ เรื่อง บทบาทตลาดส่งออกอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง." กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2531.
- "รายงานการศึกษาอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องในประเทศไทย." กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2525.
- สักดิ์การค้าประจำปี 2530. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2531.
- สำราญ พลาวงศ์. "การพยากรณ์ปริมาณการบริโภคและการผลิตน้ำตาลทรายภายในประเทศไทย ระหว่าง พ.ศ. 2519-2521." วิทยานิพนธ์ปริญตพามหาบัณฑิต แผนกวิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518.

บรรณานุกรม(ต่อ)

แสงชัย พรหมมันตากล. "การศึกษา การพยากรณ์ธุรกิจ : อุตสาหกรรมอาหารทะเล
กระป๋องของไทย." วิทยานิพนธ์ปริศนาคามหาบัณฑิต ภาควิชาบริหารธุรกิจ
คณะเศรษฐศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.

แห่งประเทศไทย, ธนาคาร. "อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง." ใน ภาวะอุตสาหกรรม
ในรอบปี 2518. กรุงเทพมหานคร : ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2519.

ภาษาต่างประเทศ

Central Bureau of Statistics of Naterland. "Monthly Statistical
Bullentin of Foreign Trade." 1981.

Council for Economic Planning and Development Republic of China.
Taiwan Statistic Data Book 1988. Taipei : Council for
Economic Planning and Development Republic of China, 1989.

Customs and Excise Department of Kenya. Annual Trade Report 1981.
Customs and Excise Department of Kenya, 1982.

Department of Customs. Foreign Trade Statistics of Thailand
1968 - 1987. Bangkok : Department of Customs, 1969 - 1988.

Department of Statistics of Malaysia. External Trade 1981.
Kualalumpur : Departments of Statistics of Malaysia, 1982.

FAO. FAO. Production Yearbook Vol. 25 - 41, 1971 - 1987.
New York : Food and Agricultural Organization, 1972 - 1988.

_____. FAO. Trade Yearbook Vol. 34 - 40, 1980 - 1986. New York :
Food and Agricultural Organization, 1981 - 1987.

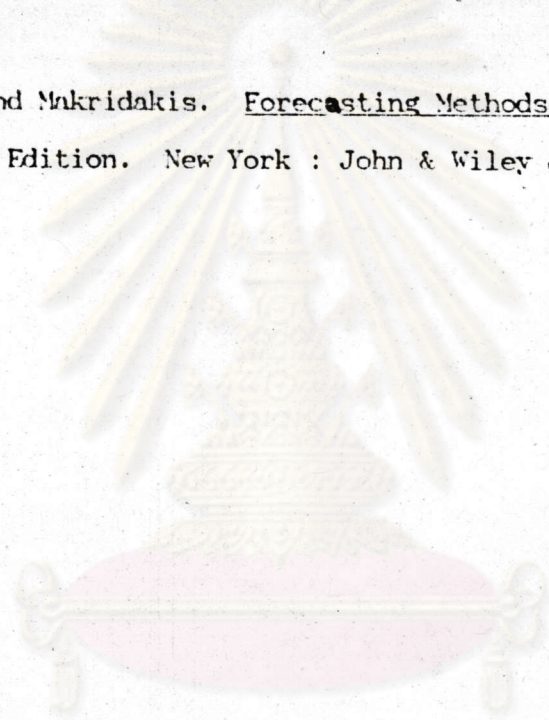
HM. Customs and Excise of United Kingdom. United Kingdom Trade
Statistics 1981. London : HM. Customs and Excise of United
Kingdom, 1982.

บรรณานุกรม(ต่อ)

- Instituto Centrale Di Statistica of Con'L estero. Statistica Annuale Del Commerci 1981, Rome : Instituto Centrale Di Statistica of Con'L estero, 1982.
- International Planning and Analysis Center Inc., "Canned Pineapple in U.S.A." International Planning and Analysis Center Inc., 1988.
- Japan Department of Commerce. Japan Import - Export 1972 - 1980. Tokyo : Japan Department of Commerce, 1973 - 1981.
- National Census and Statistics Office of Phillipines. Foreign Trade Statistics of Phillipines 1981. Manila : National Census and Statistics Office Of Phillipines, 1982.
- Makridakis and Wheelwright Interactive Forecasting. San Francisco : Holden - Day Inc., 1978.
- Statistics Canada External Trade Division. Trade of Canada 1981. Statistics Canada External Trade Division, 1982.
- Taiwan Canner Association. Taiwan Export and Import Canned Food 1971 - 1976. Taipei : Taiwan Canner Association, 1972 - 1977.
- The Almanac. The Almanac of the Canning, Freezing, Preserving Industries 1980 - 1987. The Almanac, 1981 - 1988.
- Tropical Development and Research institute. The world Market for Canned Pineapple and Pineapple Juice. Tropical Development and Research Institute, 1984.
- USDA. Fresh and Canned Pineapple Situation in Major Producing Countries 1982. Washington D.C. : United States Department of Agricultural, 1983.
- _____. "Horticultural Product Review." May 1986.

บรรณานุกรม(ต่อ)

- USDA. United States Foreign Agricultural trade Statistics Report 1978, 1981. Washington D.C. : United States Department of Agricultural, 1979, 1982.
- United States Export Schedule E Commodity by Country 1981. Washington D.C. : United States Department of Commerce, 1982.
- Wheelwright and Makridakis. Forecasting Methods for Management. Third Edition. New York : John & Wiley & Sons, 1980.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

น้ำหนักสับปรดกระป๋อง

ตารางที่ ก.1 น้ำหนักของสับปรดกระป๋องต่อหีบที่บรรจุในขนาดต่างๆ กับ

ขนาดหีบบรรจุ ใน 1 หีบ	น้ำหนัก (กก.) ต่อหีบ		ออนซ์ต่อหีบ	ปอนด์ต่อหีบ
	สุทธิ	หึ่งหีบ		
20 ออนซ์/24 กระป๋อง	13.61	16.00(ขนาดกระป๋องเบอร์ 2)	480	30
30 ออนซ์/24 กระป๋อง	20.41	23.00(ขนาดกระป๋องเบอร์ 2.5)	720	45
108 ออนซ์/ 6 กระป๋อง	18.37	20.00(ขนาดกระป๋องเบอร์ 10)	648	40.50

ตารางที่ ก.2 จำนวนสับปรดกระป๋องที่บรรจุในหีบขนาดต่างๆ ต่อเมตริกตัน

ขนาดหีบบรรจุ	จำนวนบรรจุ (หีบ) ต่อเมตริกตัน	
	สุทธิ	หึ่งหีบ
20 ออนซ์/24 กระป๋อง	70.49	64.50
30 ออนซ์/24 กระป๋อง	49.00	43.43
108 ออนซ์/ 6 กระป๋อง	54.44	50.00

ตารางที่ ก.3 การเปรียบเทียบหน่วยน้ำหนัก

1	เมตรกตัน	=	1,000	กิโลกรัม
		=	35,273.961	กอนซ์
		=	2,204.622	ปอนด์



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ลักษณะและคุณภาพของผลสับปรดที่โรงงานต้องการสำหรับบรรจุกระป๋อง

1. ขนาดผล น้ำหนักเฉลี่ยของผลที่หักจุกและก้านออกแล้วควรอยู่ระหว่าง 1.5-2.5 กก.
2. ลักษณะผล ควรเป็นรูปทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลางส่วนหัวและท้ายผล ใกล้เคียงกัน
3. เส้นผ่าศูนย์กลางของผล วัดส่วนที่ใหญ่ที่สุดระหว่าง 4.0-6.5 นิ้ว ช่วงที่เหมาะสมสำหรับขนาดกระป๋องขนาด 30 ออนซ์ คือเส้นผ่าศูนย์กลางของผลระหว่าง 5.25-6.5 นิ้ว และสำหรับกระป๋องขนาด 20 ออนซ์ คือเส้นผ่าศูนย์กลางของผลระหว่าง 4.25-5.25 นิ้ว
4. เส้นผ่าศูนย์กลางของแกนกลาง วัดส่วนที่ใหญ่ที่สุดของแกนช่วงที่เหมาะสมของขนาดกระป๋องขนาด 20 ออนซ์ อยู่ระหว่าง 1.00-1.375 นิ้ว ช่วงที่เหมาะสมสำหรับกระป๋องขนาด 30 ออนซ์ คือ 1.1875-1.375 นิ้ว
5. ความลึกของตา ไม่ควรเกิน 0.5 นิ้ว
6. เปอร์เซนต์น้ำตาล (องศาบริกซ์) ปกติประมาณ 13 องศาบริกซ์ ถ้าผลสุกในฤดูหนาวประมาณ 12 องศาบริกซ์ ถ้าผลสุกในฤดูร้อนประมาณ 18 องศาบริกซ์
7. ความเป็นกรดต่าง (PH) ไม่ควรเกิน 3.5-4.5
8. เปอร์เซนต์ความเป็นกรด อยู่ระหว่าง 0.35-0.65
9. อัตราส่วนขององศาบริกซ์ต่อเปอร์เซนต์กรด (Brix Acid Ratio) อยู่ระหว่าง 20-60
10. ลักษณะเนื้อ ควรแข็ง แน่น ไม่มีโพรงอากาศ ไม่มีเสี้ยน และไม่สุกเกินไป

ภาคผนวก ค

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดชนิด แบบของการบรรจุ ส่วนประกอบ คุณลักษณะที่ต้องการ สารเจือปน สารปนเปื้อน สัญลักษณ์ การชั่ง ตวง วัด ฉลาก การชักตัวอย่าง การวิเคราะห์ และเกณฑ์ตัดสินจากผลการตรวจสอบของสับปะรดกระป๋อง

บทนิยาม

ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

1. กระป๋อง หมายถึง ภาชนะที่ทำด้วยแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก รูปทรงกระบอก มีฝาปิดหัวท้าย ซึ่งอาจเคลือบด้วยแลกเกอร์หรือไม่ก็ได้
2. ความจุของกระป๋อง หมายถึง ปริมาตรหรือน้ำหนักน้ำกลั่นเต็มกระป๋อง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
3. น้ำหนักเนื้อสับปะรด (Drained Fruit Weight) หมายถึง น้ำหนักเนื้อสับปะรดในสับปะรดกระป๋องที่แยกเอาสารที่ใช้บรรจุออกตามกรรมวิธีที่ระบุในมาตรฐานนี้
4. สับปะรด หมายถึง สับปะรดพันธุ์อะนานาส โคโมซิส (Annanas comosus) หรือพันธุ์อื่นที่แก่จัด เหมาะสมสำหรับใช้ทำสับปะรดกระป๋องซึ่งได้ปอกเปลือกและคว้านแกนออกแล้วบรรจุด้วยน้ำหรือของเหลวอื่นใด และหล่ออยู่ในสารที่ใช้บรรจุ
5. สับปะรดกระป๋อง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสับปะรด ซึ่งหล่ออยู่ในสารที่ใช้บรรจุอาจมีสารเจือปน (Food Additive) และส่วนประกอบอื่น (Ingredients) ผสมอยู่ด้วยในปริมาณไม่มากนัก รวมบรรจุอยู่ในกระป๋อง ต้องผ่านกรรมวิธีใช้ความร้อน เพื่อทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์
6. สารที่ใช้บรรจุ (Packing media) หมายถึง น้ำ น้ำสับปะรด และสารที่ให้ความหวานซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างผสมกัน ที่ผสมหรือบรรจุอยู่กับสับปะรดในสับปะรดกระป๋อง

ชนิด

สับปะรดกระป๋องชนิดต่างๆ มีดังต่อไปนี้

1. สับปะรดทั้งผล (Whole) ได้แก่ สับปะรดทั้งผล โดยปกติมีรูปทรงกระบอก
2. สับปะรดเต็มแฉับหรือวงแหวน (Slices or Rings) ได้แก่ สับปะรดที่ตัดตามแนวตั้งฉากกับแกนเป็นแฉับวงแหวนจากสับปะรดทั้งผล ตามข้อ 1.
3. สับปะรดครึ่งแฉับ (Half Slices) ได้แก่ สับปะรดที่ตัดจากสับปะรดเต็มแฉับหรือวงแหวนตามข้อ 2 ออกเป็นครึ่งวงแหวน
4. สับปะรดสี่แฉับ (Quarter Slices) ได้แก่ สับปะรดที่ตัดจากสับปะรดเต็มแฉับหรือวงแหวนตามข้อ 2 ออกเป็นสี่เหลี่ยมเท่าๆ กัน
5. สับปะรดแฉับหัก (Broken Slices) ได้แก่ สับปะรดเต็มแฉับหรือวงแหวนตามข้อ 2 ที่หักเป็นชิ้นใหญ่ ชิ้นที่หักอาจมีขนาดและสัดส่วนไม่สม่ำเสมอ
6. สับปะรดชิ้นใหญ่ (Chunk) ได้แก่ สับปะรดชิ้นสั้นหนา ที่ตัดจากสับปะรดแฉับหนาหรือสับปะรดทั้งผล หนาและกว้าง 12 มิลลิเมตรขึ้นไป และยาวไม่มากกว่า 38 มิลลิเมตร
7. สับปะรดชิ้นยาว (Spears or Fingers) ได้แก่ สับปะรดที่ตัดเป็นสี่เหลี่ยมตามแนวยาวของสับปะรดทั้งผล แต่ละชิ้นยาว 25 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่านั้น
8. สับปะรดคลุ้ม (Tidbits) ได้แก่ สับปะรดที่ตัดเป็นสี่เหลี่ยมจากสับปะรดแฉับรูปทรงคล้ายลิ้ม มีสัดส่วนสม่ำเสมอ หนาประมาณ 8-13 มิลลิเมตร
9. สับปะรดลูกเต๋า (Diced or Cubed) ได้แก่ สับปะรดที่มีลักษณะคล้ายลูกบาศก์ ขอบด้านที่ยาวที่สุดต้องไม่มากกว่า 14 มิลลิเมตร
10. สับปะรดชิ้นคละ (Pieces) ได้แก่ สับปะรดที่มีขนาดชิ้นไม่สม่ำเสมอ ไม่จัดรวมอยู่ในชนิดใดชนิดหนึ่งข้างต้น และไม่รวมถึงสับปะรดชิ้นใหญ่หรือสับปะรดชิ้นเศษ
11. สับปะรดชิ้นเศษ (chips) ได้แก่ สับปะรดที่อาจทำขึ้นจากเศษเนื้อสับปะรดที่เหลือจากการทำสับปะรดลูกเต๋า สับปะรดชนิดนี้อาจนับรวมเข้าอยู่ในสับปะรดชิ้นย่อยได้
12. สับปะรดชิ้นย่อย (Crushed or Crisp Cut) ได้แก่ สับปะรดลูกเต๋าลึกๆ หรือผานเป็นชั้นบางๆ ชุบน้ำหรือซอายเป็นชั้นเล็กๆ สับปะรดชนิดนี้อาจมีสับปะรดชิ้นเศษรวมอยู่ด้วย

แบบของการบรรจุ

1. แบบปกติ (Regular Pack) ได้แก่ การบรรจุในน้ำ หรือของเหลวอื่นใด
2. แบบแน่น (Heavy Pack) ได้แก่ การบรรจุสับปะรดชิ้นพิเศษ หรือสับปะรดชิ้นย่อยในน้ำหรือของเหลวอื่นใด จะเติมสารให้ความหวานซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการด้วยหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องมีน้ำหนักเนื้อสับปะรดไม่น้อยกว่าร้อยละ 73 ของความจุของกระป๋อง
3. แบบอัด (Solid Pack) ได้แก่ การบรรจุสับปะรดชิ้นพิเศษ หรือสับปะรดชิ้นย่อยในน้ำหรือของเหลวอื่นใด จะเติมสารให้ความหวานซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการด้วยหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องมีน้ำหนักเนื้อสับปะรดไม่น้อยกว่าร้อยละ 78 ของความจุของกระป๋อง

ส่วนประกอบ

ส่วนประกอบที่ใช้บรรจุในสับปะรดกระป๋องนอกจากสับปะรด แบ่งออกได้เป็น

1. สารที่ใช้บรรจุ (Packing Media) อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - 1.1 น้ำ (Water) ได้แก่ น้ำ หรือน้ำผสมน้ำสับปะรด
 - 1.2 น้ำสับปะรด (Juice) ได้แก่ น้ำสับปะรดตามธรรมชาติ หรือที่ได้ทำให้ใส

แล้ว

- 1.3 สารที่ให้ความหวานชนิดแห้ง (Dry Nutritive Sweetener) ได้แก่
 - น้ำตาลทรายขาว (Sucrose)
 - น้ำตาลอินเวอร์ต (Invert Sugar)
 - เดกซ์โทรส (Dextrose)
 - กลูโคสซีรัปแห้ง (Dried Glucose Syrup)
 ทั้งนี้ ต้องไม่เติมน้ำ เว้นแต่กรณีที่เกิดจากไอน้ำหรือน้ำสับปะรดที่เกิดขึ้นเองจากสับปะรดที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิตสับปะรดกระป๋องชนิดและแบบการบรรจุนั้น
- 1.4 น้ำเชื่อม (Syrup) ได้แก่ สารผสมของสารที่ใช้บรรจุตามข้อ 1.1 หรือ 1.2 กับสารตามข้อ 1.3 ความข้น (Cut-out-strength) มีดังต่อไปนี้

- ใสมาก (Extra-light)	ไม่น้อยกว่า 10 องศาบริกซ์
- ใส (Light)	ไม่น้อยกว่า 14 องศาบริกซ์
- เข้มข้น (Heavy)	ไม่น้อยกว่า 18 องศาบริกซ์
- เข้มข้นมาก (Extra heavy)	ไม่น้อยกว่า 22 องศาบริกซ์

2. ส่วนประกอบอื่นที่อาจสมมติได้ดังต่อไปนี้

2.1 เครื่องเทศเรื่อน้ำมันกลั่นจากเครื่องเทศ

คุณลักษณะที่ต้องการ

1. กลิ่นรส สับปะรดกระป๋องต้องไม่มีกลิ่นน่ารังเกียจอื่นใดปนอยู่ นอกจากกลิ่นรสเฉพาะตามธรรมชาติของสับปะรดกระป๋อง และส่วนประกอบที่ใช้
2. สี สับปะรดกระป๋องต้องมีสีสม่ำเสมอตามธรรมชาติของสับปะรดพันธุ์นั้นๆ ไม่ว่าจะมีการเติมส่วนประกอบอื่นหรือไม่ก็ตาม
3. เนื้อสับปะรด ต้องไม่เป็นสับปะรดของงอม แกร็น หรือ ฟ่ำ และต้องเป็นสับปะรดเนื้อแน่น แกนสับปะรดที่ติดอยู่กับเนื้อสับปะรด ต้องไม่มากกว่าร้อยละ 7 ของน้ำหนักเนื้อสับปะรด
4. ความสม่ำเสมอของขนาดและรูปร่างของสับปะรดกระป๋อง
 - 4.1 สับปะรดเต็มแวน น้ำหนักของชั้นที่ใหญ่ที่สุด ต้องไม่มากกว่า 1.4 เท่าของน้ำหนักของชั้นที่เล็กที่สุด
 - 4.2 สับปะรดครึ่งแวน หรือสับปะรดเสี้ยวแวน น้ำหนักของชั้นที่ใหญ่ที่สุด ต้องไม่มากกว่า 1.75 เท่าของน้ำหนักของชั้นที่เล็กที่สุด
 - 4.3 สับปะรดชิ้นยาว น้ำหนักของชั้นที่ใหญ่ที่สุดต้องไม่มากกว่า 1.4 เท่าของน้ำหนักของชั้นที่เล็กที่สุดที่ไม่แตกหัก
 - 4.4 สับปะรดลิ้ม ชั้นที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 3 ใน 4 เท่าของสับปะรดลิ้มเต็ม สับปะรดขนาดที่กำหนดต้องมีน้ำหนักรวมกัน ไม่มากกว่าร้อยละ 15 ของน้ำหนักของเนื้อสับปะรดทั้งกระป๋อง
 - 4.5 สับปะรดชิ้นใหญ่ ชั้นที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 5 กรัม ต้องไม่มากกว่าร้อยละ 15 ของน้ำหนักของเนื้อสับปะรดทั้งกระป๋อง
 - 4.6 สับปะรดลูกเต๋า
 - 4.6.1 ชั้นที่ลอดผ่านตะแกรงตาสี่เหลี่ยมขนาด 8 มิลลิเมตรได้ต้องมีน้ำหนักรวมกัน ไม่มากกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนักเนื้อสับปะรดทั้งกระป๋อง และ
 - 4.6.2 ชั้นที่มีน้ำหนักมากกว่า 3 กรัม ต้องมีน้ำหนักรวมกัน ไม่มากกว่าร้อยละ 15 ของน้ำหนักเนื้อสับปะรดทั้งกระป๋อง

5. ข้อบกพร่อง (Defects) สับปะรดกระป๋องมีข้อบกพร่องต่อไปนี้ได้ แต่ต้องไม่มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 1

5.1 ตาเนื้ (Blemish) ได้แก่ สี และเนื้อสับปะรดที่แตกต่างไปจากสีและเนื้อของสับปะรดที่ดี ตา (Deep Fruit Eyes) เปลือก จุดสีน้ำตาล รอยขีด และส่วนที่ผิดปกติอื่น ๆ

5.2 ชื้นหัก (Broken) ได้แก่ สับปะรดที่หัก ซึ่งเมื่อนำมาต่อเข้าด้วยกันแล้วมีรูปร่างและขนาดเต็ม จำนวนหน่วยของชื้นหักให้นับตามจำนวนหน่วยของขนาดเต็ม ข้อบกพร่องนี้ให้พิจารณาเฉพาะแต่ในกรณีสับปะรดแฉก และสับปะรดชิ้นกาวเท่านั้น

5.3 ชื้นที่ตัดแต่งเกิน (Excessive Trim) ได้แก่ ชื้นที่ตัดแต่งมากเกินไปจนเสียรูปลักษณะที่ระบุไว้สำหรับสับปะรดกระป๋องชนิดนั้นๆ ข้อบกพร่องนี้ให้พิจารณาเฉพาะแต่ในกรณีสับปะรดทั้งผล สับปะรดแฉก และสับปะรดชิ้นยาวเท่านั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๑ เกณฑ์ข้อบกพร่องที่ยอมรับไม่ได้

(ข้อ 5)

ลำดับที่	ชนิด	ข้อบกพร่อง	
		จำนวนชั้นที่ตรวจพบ	จำนวนตำหนิ
1	สับปะรดหอมกล	ร้อยละ 10 ของจำนวนตัวอย่าง	3 ตำหนิตอมผล
2	สับปะรดแว่น	ก. 1 ชั้นตอกระปองทมสับปะรด	ก. 1 ตำหนิตอกระปองทม
	สับปะรดเต็มแว่น	10 ชั้นหรือน้อยกว่า	สับปะรดมากกว่า 5 ชั้น แต่
	สับปะรดครึ่งแว่น		ไม่มากกว่า 10 ชั้น
	สับปะรดเสี้ยวแว่น	ข. 2 ชั้นตอกระปองทมสับปะรด	ข. 4 ตำหนิตอกระปองทม
		มากกว่า 10 ชั้น แต่ไม่มากกว่า 27 ชั้น หรือ	สับปะรดมากกว่า 10 ชั้น
	ค. ร้อยละ 7.5 ของจำนวนชั้น	แต่ไม่มากกว่า 32 ชั้น หรือ	
	ในกรณีทมสับปะรดมากกว่า 27 ชั้นตอกระปอง	ค. ร้อยละ 12.5 ของจำนวน	
		ชั้น ในกรณีทมสับปะรด	
		มากกว่า 32 ชั้นตอกระปอง	
3	สับปะรดขนยาว	ร้อยละ 15 ของจำนวนชั้นในแต่ละกระปอง	เช่นเดียวกับลำดับที่ 2
4	สับปะรดแว่นหก	ไม่ต้องพิจารณา	ร้อยละ 12.5 ของจำนวนชั้น
	สับปะรดกลม		ในแต่ละกระปอง
	สับปะรดขนใหญ่		
	สับปะรดถักเต่า		
	สับปะรดขนดก		
5	สับปะรดขนเศษ	ไม่ต้องพิจารณา	ร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักของ
	สับปะรดขนข้อย		เนื้อสับปะรด

* คิดจากผลเฉลี่ยของจำนวนตัวอย่าง

สารเจือปน

ปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มีได้

สารปรุงกลิ่นที่ได้จากผลไม้ (Natural Fruit Essence)	ไม่กำหนด
น้ำมันมันต์	ไม่กำหนด
สารเพิ่มความเป็นกรด (Acidifying Agent)	
กรดซิตริก	ไม่กำหนด
สารกันเกิดฟอง (Antifoaming Agent)	
ไดเมทิลโพลีซิลอกเซน (Dimethylpolysiloxane)	10 มิลลิกรัม/กก.

หมายเหตุ - ข้อความที่ว่า "ไม่กำหนด" ในที่นี้หมายถึง ปริมาณสารเจือปนที่ใช้
เติมควรจะมีปริมาณที่เหมาะสมตามวิธีการปฏิบัติของการทำผลิตภัณฑ์ที่ถูกต้อง

สารปนเปื้อน (Contaminants)

คือก ไม่มากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สัญลักษณ์

1. สัญลักษณ์ในการทำสับประคระป้องกัน ให้เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด
สัญลักษณ์ของผลไม้กระป๋องและผักกระป๋องที่กระทรวงอุตสาหกรรมประกาศ
2. ผู้ทำต้อง ให้อายุปฏิบัติที่ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในการทำสับประคระป้องกันที่จะมีใน
มีวัตถุอื่นไม่พึงประสงค์ปรากฏอยู่ในผลิตภัณฑ์
3. เมื่อทดสอบโดยการสอบถามวิธีในข้อ 3.1 ของการชักตัวอย่างและการ
วิเคราะห์สับประคระป้องกันต้องมีลักษณะอื่นไม่พึงประสงค์ตามที่ระบุไว้ในข้อ 3.1 ของการ
ชักตัวอย่างและการวิเคราะห์นั้น
4. สับประคระป้องกัน ต้องไม่มีจุลินทรีย์พาโตเจนิก (Pathogenic
Microorganisms) หรือสารเป็นพิษอื่นใดอันเกิดจากจุลินทรีย์

การหึ่ง ตาง ัก

1. ปริมาตรสัทธิสัปะระคระบ้อง ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของความจุของ
กระบ้อง
2. น้ำหนักเนื้อสัปะระคในแต่ละกระบ้อง ต้องไม่น้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดใน
ตารางที่ 2

ตารางที่ ๒. น้ำหนักเนื้อสัปะระค
(ข้อ 2)

ชนิดและแบบของการบรรจุ	น้ำหนักเนื้อสัปะระค ร้อยละของความจุของกระบ้อง
ทุกชนิดนอกจากสัปะระคทั้งผลและสัปะระคชั้นเศษ	58
สัปะระคชั้นเศษ และสัปะระคชั้นย่อย บรรจุแบบปกติ	63
สัปะระคชั้นเศษ และสัปะระคชั้นย่อย บรรจุแบบแน่น	73
สัปะระคชั้นเศษ และสัปะระคชั้นย่อย บรรจุแบบอัด	78

ฉลาก

1. ฉลากต้องเป็นไปตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องคำแนะนำทั่วไป
เกี่ยวกับฉลากสำหรับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานเลขที่ มอก. 31-2516
2. อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแสดงข้อความต่อไปนี้ ให้เห็น
ได้ง่ายและชัดเจนอยู่ที่สัปะระคระบ้องทุกกระบ้อง
 - 2.1 คำว่า "สัปะระค" หรือ "Pineapple"
 - 2.2 ชนิด (ตามที่ใส่ไว้แล้ว)
 - 2.3 สารที่ใช้บรรจุ และความชื้นของน้ำเชื่อม
 - 2.4 เฉพาะสัปะระคชั้นย่อยให้นำที่สัปะระคตามข้อ 1.2 ของส่วนประกอบ
เป็นสารที่ใช้บรรจุให้มีข้อความว่า "ไม่เติมสารให้ความหวาน" หรือ "Unsweetened"
หรือ "ไม่เติมน้ำตาล" หรือ "No Sugar Added" รวมอยู่ด้วย

2.5 เจาะสับปะรดชั้นย่อย ที่ใช้น้ำสับปะรดและน้ำตาลทรายขาวเป็นสาร
ที่ใช้บรรจุให้มีข้อความว่า

2.5.1 "หวานน้อย" หรือ "Extra Lightly Sweetened" ใน
กรณีที่มีความเข้มข้นของน้ำเชื่อมของสารที่ใช้บรรจุจัดอยู่ในพวกใสมาก

2.5.2 "หวานปานกลาง" หรือ "Lightly Sweetened" ในกรณี
ที่มีความเข้มข้นของน้ำเชื่อมของสารที่ใช้บรรจุจัดอยู่ในพวกใส

2.5.3 "หวาน" หรือ "Heavily Sweetened" ในกรณีที่มีความ
เข้มข้นของน้ำเชื่อมของสารที่ใช้บรรจุจัดอยู่ในพวกเข้มข้น

2.5.4 "หวานมาก" หรือ "Extra Heavily Sweetened" ใน
กรณีที่มีความเข้มข้นของน้ำเชื่อมของสารที่ใช้บรรจุจัดอยู่ในพวกเข้มข้นมาก

2.6 ส่วนประกอบอื่น และสารเจือปน

2.7 น้ำหนักสุทธิ

2.8 เลข หรืออักษร หรือรหัส แสดงครั้งที่ทำ หรือวัน เดือน ปี ที่ทำ

2.9 ชื่อโรงงานผู้ทำ และชื่อประเทศผู้ทำ

2.10 ชื่อผู้บรรจุ หรือผู้จัดจำหน่าย ถ้าแตกต่างจากข้อ 2.9

3. ถังอย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมาย แสดงให้เห็นได้ง่ายและชัดเจน
อยู่ที่เห็น (Carton) บรรจุสับปะรดกระป๋องทุกทีบ ระบุข้อความ

3.1 ขนาดกระป๋อง

3.2 จำนวนกระป๋อง

3.3 ชนิด (ห้ามข้อ 2.2)

4. ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้จะแสดงเครื่องหมาย
มาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ เมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

การชักตัวอย่างและการวิเคราะห์

1. การชักตัวอย่าง

1.1 ให้ชักตัวอย่างผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องโดยวิธีสุ่มตัวอย่างจากกอง
หน่วยสับปะรดกระป๋องที่มีขนาด ชื่อ ตรา เครื่องหมายการค้าและอื่นๆ เป็นไปในลักษณะ
เดียวกันหรือผลิตภัณฑ์ในรุ่น (Lot) เดียวกัน จำนวนสับปะรดกระป๋องที่จะนำมาวิเคราะห์ให้
เป็นไปตามจำนวนตัวอย่าง (N) ในระดับที่ 1 ของตารางที่ 3

1.2 สำหรับการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ตามข้อ 12.3 ให้ชักตัวอย่างเพิ่มขึ้นอีก 8 กระป๋อง จากรุ่นเดียวกันนั้น

1.3 เมื่อตรวจระดับที่หนึ่งไม่เป็นที่พอใจหรือมีข้อได้เกียงให้ใช้ระดับที่สอง

2. การตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี

2.1 ตีบก ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีการวิเคราะห์อาหารตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม (ในระหว่างที่ยังไม่มีประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้ใช้วิธีวิเคราะห์ใน A.O.A.C. (1970) 25.072-25.076)

2.2 ความชื้น หาโดยน้ำหนักสับปะรดกระป๋องมาหึ่งกระป๋องคั้นน้ำและเนื้อให้เข้ากัน กรองแล้ววัดค่าองศาปริมาตรด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ (Refractometer) ที่ 20 องศาเซลเซียส

2.3 น้ำหนักเนื้อสับปะรด ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีการวิเคราะห์อาหารตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม (ในระหว่างที่ยังไม่มีประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้ใช้วิธีวิเคราะห์ A.O.A.C. (1970) 32.001-32.002)

2.4 ความจุของกระป๋องและปริมาตรสุทธิของสับปะรดกระป๋อง หาโดยวิธีชั่งน้ำหนักน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ที่เติมลงไปแทนที่สับปะรดกระป๋องแล้วคำนวณกลับเป็นปริมาตร

2.4.1 ในกรณีหาความจุของกระป๋อง ให้เติมน้ำกลั่นลงไปจนถึงระดับต่ำกว่าขอบบนสุดของตะเข็บ 4.8 มิลลิเมตร

2.4.2 ในการหาปริมาตรสุทธิของสับปะรดกระป๋อง ให้เติมน้ำกลั่นลงไปจนถึงระดับเดียวกับที่เคยบรรจุสับปะรดกระป๋องอยู่ก่อน

3. การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

3.1 การทดสอบโดยการอบ (Incubation Test) นำตัวอย่างสับปะรดกระป๋องจากที่ชักตัวอย่างตามข้อ 1.2 ของการชักตัวอย่างและวิเคราะห์ มาอบที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7-14 วัน

3.1.1 ในกรณีที่มิกระป๋องบวมเกิดขึ้นระหว่างการอบ ให้ถือว่าสับปะรดกระป๋องทั้งหมด ไม่ต้องด้วยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

3.1.2 ในกรณีที่ไม่มีกระป๋องบวมเกิดขึ้น เมื่ออบจนครบกำหนด 14 วัน แล้วให้นำกระป๋องมาหาการตรวจสอบลักษณะผิดปกติของอาหารภายใน ดังต่อไปนี้

3.1.2.1 สี

3.1.2.2 กลิ่น

3.1.2.3 ลักษณะอาหารผิดปกติอื่นๆ

ในกรณีอาหารภายในมีลักษณะผิดปกติดังกล่าวข้างต้นให้ถือว่า
 สัมประศกระบ่งทั้งหมดไม่ต้องถ่ายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

3.1.3 ในกรณีที่อาหารภายในผ่านการทดสอบข้อ 3.1.1 และข้อ
 3.1.2 แล้วให้นำไปวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ตามข้อ 3.2

3.2 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ ตรวจวิเคราะห์สุลักษณะของอาหารโดย
 ตารางนับจำนวนแบคทีเรียและวิเคราะห์จุลินทรีย์หาโคเจเนติกตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
 วิธีวิเคราะห์อาหาร ตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม (ในระหว่างที่ยังไม่มีประกาศ
 กำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้ใช้วิธีตาม Recommended Method of the
 Microbiological Examination of Foods, J.M. Sharf, 1966)

เกณฑ์ตัดสิน

1. สัมประศกระบ่งตัวอย่างใด ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดรายการข้อใดข้อหนึ่ง
 ของมาตรฐานนี้ ให้ถือว่าสัมประศกระบ่งตัวอย่างนั้น ไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์
 อุตสาหกรรมนี้
2. ถ้าตัวอย่างสัมประศกระบ่งที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้
 เพราะข้อ 1 ถึงข้อ 5 ของคุณลักษณะที่ต้องการ ข้อ 1 ข้อ 2 ของฉลาก หรือข้อ 1.4 ของ
 ส่วนประกอบ มีจำนวนรวมกันมากกว่าอัตราที่ยอมรับในสคีม (c) ของตารางที่ 3 กี้ดี หรือ
 มีตัวอย่างสัมประศกระบ่งตัวอย่างใดไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ เพราะ
 ข้อสอบซ้ำ ข้อสารเจือปน ข้อสารปนเปื้อน ข้อสุลักษณะ กี้ดี ให้ถือว่าสัมประศกระบ่งรุ่นนั้น
 ไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้
3. การพิจารณาขั้นที่ตัดแต่งเกินเฉพาะสัมประศทั้งหมดในข้อ 6.5 ให้เป็นไปตาม
 ตารางที่ 1 ก้อย่างเดียว

ตารางที่ ๑.3 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน
(ข้อ 1.1, 1.3 ของการชักตัวอย่างและการวิเคราะห์ และข้อ 2 ของเกณฑ์ตัดสิน)

ขนาดของรุ่น (หน่วย : กระบอง)	ระดับการตรวจพบ			
	ระดับที่หนึ่ง		ระดับที่สอง	
	n	c	n	c
1. สำหรับสับปรดกระบองที่มีน้ำหนักสุทธิน้อยกว่า หรือเท่ากับ 1 กิโลกรัม ไม่มากกว่า 4800	6	1	13	2
ตั้งแต่ 4801 ถึง 24000	13	2	21	3
24001 ถึง 48000	21	3	29	4
48001 ถึง 84000	29	4	48	6
84001 ถึง 144000	48	6	84	9
144001 ถึง 240000	84	9	126	13
มากกว่า 240000	126	13	200	19
2. สับปรดกระบองที่มีน้ำหนักสุทธิมากกว่า 1 กิโลกรัม แต่ไม่เกิน 4.5 กิโลกรัม ไม่มาก กว่า 2400	6	1	13	2
ตั้งแต่ 2401 ถึง 15000	13	2	21	3
15001 ถึง 24000	21	3	29	4
24001 ถึง 42000	29	4	48	6
42001 ถึง 72000	48	6	84	9
72001 ถึง 120000	84	9	126	13
มากกว่า 120000	126	13	200	19

ตารางที่ 3 (ต่อ) การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน
(ข้อ 1.1, 1.3 ของการชักตัวอย่างและการวิเคราะห์ และข้อ 2 ของเกณฑ์ตัดสิน)

ขนาดของรุ่น (หน่วย : กระบอง)	ระดับการตรวจสอบ			
	ระดับที่หนึ่ง		ระดับที่สอง	
	n	c	n	c
3. สับปะรดกระป๋องที่มีน้ำหนักสุทธิมากกว่า 4,5 กิโลกรัม ไม่มากกว่า 600	6	1	13	2
ตั้งแต่ 601 ถึง 2000	13	2	21	3
2001 ถึง 7200	21	3	29	4
7201 ถึง 15000	29	4	48	6
15001 ถึง 24000	48	6	84	9
24001 ถึง 42000	84	9	126	13
มากกว่า 42000	126	13	200	19

หมายเหตุ n = จำนวนกระป๋องตัวอย่างที่สุ่มหยิบเพื่อการตรวจสอบ

c = จำนวนกระป๋องบกพร่องที่อยู่ในขอบเขตของการยอมรับได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เทคนิคการพยากรณ์ธุรกิจ

เทคนิคการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis Techniques)

เทคนิคการวิเคราะห์เชิงคุณภาพเป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่อาศัยวิจารณ์ตามประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งซึ่งมักจะเป็นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นๆ กรณีที่นักบริหารไม่สามารถหาเทคนิคการวิเคราะห์และพยากรณ์เชิงปริมาณที่เหมาะสมใช้ได้ หรือกรณีต้องการพยากรณ์ล่วงหน้าออกไปในระยะเวลาที่ไกลมาก หรือกรณีสินค้าใหม่ที่ทั้งไม่เคยมีในตลาดมาก่อน ไม่สามารถหาข้อมูลในอดีต (Historical Data) มาวิเคราะห์ได้ เทคนิคเชิงคุณภาพจะเข้ามาช่วยแก้ปัญหานี้ได้ เทคนิคการพยากรณ์เชิงคุณภาพที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ การวิจัยตลาด (Market Research) การให้ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Expert Opinions) การรวบรวมความคิดเห็นของพนักงานขาย (Sales Force Opinions)

1. การวิจัยตลาด (Market Research) การวิจัยตลาดเป็นระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเกต การทดลอง การสำรวจ และการบันทึก เพื่อให้ได้ความรู้เกี่ยวกับผู้บริโภคและสภาพความเป็นไปของตลาด การวิจัยตลาดจะเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับผู้บริหารในการกำหนดราคา การปรับปรุงการบริหาร การขาย และช่วยพัฒนาแบบนำสินค้าใหม่ออกสู่ตลาด ช่วยเพิ่มยอดขายและลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการดำเนินงานด้านการตลาด

ในการพัฒนาและใช้ประโยชน์จากการตลาดได้อย่างเต็มที่มีจำเป็นต้องมีการศึกษาวิเคราะห์และแบ่งแยกประเภทของลูกค้าหรือผู้ใช้สินค้าออกเป็นประเภทต่างๆ เช่น ตามอายุ เพศ หรือตามฐานะทางเศรษฐกิจ เพราะลูกค้าบางกลุ่มมีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อที่หนัก การวิจัยตลาด (Market Analysis) การวิเคราะห์และการควบคุมการขาย (Sales Analysis and Control) การวิจัยผลิตภัณฑ์ (Product research) การวิเคราะห์ต้นทุนการจำหน่าย (Distribution Cost Analysis) การวิจัยการโฆษณา (Advertising Research) และการวิจัยตลาดสินค้าเพื่อการอุตสาหกรรม (Industrial Marketing Research) เป็นต้น

กรรมวิธีการหาวิจัยตลาด ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

1.1 การค้นหาและเจาะจงปัญหา ขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

1.1.1 การค้นหาปัญหา เป็นการสำรวจปัญหาที่แท้จริงและค้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

1.1.2 การศึกษาภูมิหลังของบริษัทในอดีตและปัจจุบันของบริษัท ตลอดจนเปรียบเทียบฐานะของบริษัทกับอุตสาหกรรมชนิดนั้น ทั้งนี้ก็วิจัยจะใช้ประโยชน์จากการศึกษาสถานการณ์ที่ผ่านมาของบริษัท เพื่อมองปัญหาที่เกิดขึ้นได้ลึกซึ้ง และจะช่วยให้การตั้งสมมติฐานเหมาะสมยิ่งขึ้น

1.1.3 การศึกษาสถานการณ์ภายนอกและการตั้งสมมติฐาน อันเป็นการหาข่าวสารข้อมูลทางไม่เป็นทางการจากแหล่งข้อมูลภายนอก เพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นที่กว้างขวางขึ้น

ขั้นตอนเบื้องต้นดังกล่าวจะช่วยให้การเจาะจงปัญหา และสามารถตั้งสมมติฐานสำหรับโครงการวิจัยนั้นได้

1.2 การออกแบบและดำเนินการวิจัย เมื่อกำหนดปัญหาได้แน่ชัดพร้อมด้วยสมมติฐานและตกลงใจว่าจะทำวิจัยอย่างไรเป็นทางการแล้ว นักวิจัยจะต้องทำการออกแบบและดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1.2.1 การออกแบบการวิจัย หลังจากที่ได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการศึกษาอย่างชัดเจนแล้ว และยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักวิจัยจะต้องทำการวางแผนออกแบบการวิจัยอย่างเป็นทางการ กล่าวคือผู้วิจัยจะต้องตกลงใจว่า อะไรคือข้อเท็จจริงที่ต้องการ ต้องวางแผนว่าจะได้ข้อมูลมาอย่างไร จากแหล่งข้อมูลใดบ้าง การดำเนินงานในขั้นออกแบบการวิจัยนี้ประกอบด้วย

- กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัยให้แน่นอน
- ตกลงใจเกี่ยวกับชนิดและแหล่งข้อมูล
- กำหนดระเบียบวิธีในการวิจัย
- หากจำเป็นต้องออกงานสนามเพื่อเก็บข้อมูล นักวิจัยจะต้องกำหนดลักษณะของตัวอย่างและจำนวนตัวอย่างที่จะถูกสัมภาษณ์
- เตรียมออกแบบสอบถามและแบบของตารางที่จะนำข้อมูลมาบรรจุรวมหาค่าแนะนำสำหรับผู้ที่จะออกงานสนาม

- กำหนดจำนวนคุณสมบัติและลักษณะของนักวิจัย คนงานและ
ค่าใช้จ่ายทั้งหมด
- เตรียมแผนที่สมบูรณเป็นลายลักษณ์อักษร ซึ่งจะใช้เป็น
แนวทางในการดำเนินงานต่อไป

1.2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล รายละเอียดเช่นเดียวกับการเก็บ
รวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการพยากรณ์ธุรกิจดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

1.3 การประมวลและการวิเคราะห์ข้อมูล หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลได้
แล้วจะต้องนำมาตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์เสียก่อน แล้วจึงนำตัวเลขนั้นมาเรียบเรียง
จัดหมวดหมู่ตามระเบียบวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะทำให้ข้อมูลเหล่านั้นเป็นข้อมูลที่มีความหมาย
ข้อมูลที่ประมวลผลเรียบร้อยแล้วมักจะออกมาในรูปตารางตัวเลข การประมวลผลข้อมูลที่ใช้กัน
ในงานวิจัยภาคอาจทำได้ 3 วิธีคือ การประมวลผลข้อมูลด้วยมือ การประมวลผลข้อมูลด้วย
เครื่องคำนวณไฟฟ้า การประมวลผลข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลจะต้องจัดประเภทข้อมูลรวบรวมเป็นหมวดหมู่ให้เหมาะสม
กับเรื่องที่จะวิจัย และใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เช่น การกระจายของข้อมูล การ
วิเคราะห์ขนาด การวิเคราะห์แนวโน้มและส่วนเบี่ยงเบน การวิเคราะห์ความเกี่ยวเนื่องและ
ความเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน การวิเคราะห์นัยสำคัญทางสถิติ เป็นต้น

1.4 การแปลความหมายและสรุปผล การแปลความหมายเป็นงานสำคัญ
ของการวิจัยตลาดเนื่องจากผลการประมวลผลและวิเคราะห์ทางสถิติเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้การ
แปลความหมายและสรุปผลจะช่วยให้ผู้อ่านรายงานวิจัยได้เข้าใจความหมายของตัวเลขที่ค้นพบ
จากการวิจัยผลของการแปลความหมายและสรุปผลจะเป็นแนวทางให้กับผู้บริหารการตลาด
หรือผู้บริหารระดับสูงของบริษัท ในกันที่จะนำไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจ แก้ปัญหาที่
กำลังประสบอยู่ในด้านการแปลความหมาย นักวิจัยหรือผู้แปลความหมายที่ดีจะต้องเป็นผู้ที่มี
ความเข้าใจในเรื่องที่ทำการวิจัยนั้นเป็นอย่างดี การแปลความหมายที่ดีจะต้องถือหลักเหตุผล
อาศัยข้อเท็จจริงและมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน ในการแปลความหมายสิ่งทีค้นพบนักวิจัยควรเลือก
ทางเลือกในการแก้ปัญหาพร้อมด้วยแนวทางปฏิบัติ และผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นและควรจะพยายาม
มองการณ์ไกลถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อเสนอแนะด้วย

1.5 การเสนอรายงานและการติดตามผล การเสนอรายงานและติดตามผล
เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการวิจัยตลาด การทำรายงานจะเป็นการเสนอผลการวิจัย รวมทั้ง
เสนอผลการดำเนินงานให้ฝ่ายบริหารทราบ อาทิ การดำเนินงานเกี่ยวกับระยะเวลาในการ

ค่าเงินงานวิจัย ค่าใช้จ่ายของโครงการวิจัย เป็นต้น จากรายงานนี้ผู้บริหารของบริษัทหรือ
ผู้จ้างทำวิจัยจะได้เข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้มา และทราบถึงผลสรุปของการวิเคราะห์และการ
ตัดสินใจตามจากข้อมูลชุดนี้ การทำรายงานที่ดีจะต้องสามารถถ่ายทอดผลงานที่ออกมาเป็นตัวเลขทาง
สถิติ และความคิดเห็นต่างๆ ลงบนแผ่นกระดาษหรือคำพูดที่ทำให้ผู้อ่านหรือผู้ฟังยอมรับเห็นห้อง
ด้วยและนำไปปฏิบัติได้

ข้อดีของการทำการวิจัยตลาดก็คือ จะได้ข้อมูลจากผู้ที่คาดว่าจะจับลูกค้าโดยตรง

2. การใช้ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Expert Opinions) การคาดคะเน
จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยเฉพาะผู้ผลิตสินค้าหรือผู้มีความรู้ในการผลิต หรือขาย
ผลิตภัณฑ์นั้นๆจากบริษัทอาจจะขอความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญภายนอกบริษัทเพื่อคาดคะเน
ความต้องการในอนาคต บริษัทอาจขอข้อมูลจากผู้ทำการคาดคะเนภาวะเศรษฐกิจหรือจัดการ
ประชุมสัมมนาผู้เชี่ยวชาญ ช่วยกันคาดคะเนเหตุการณ์ที่น่าจะเกิดขึ้น เช่น การเปลี่ยนแปลง
ทางเทคโนโลยีหรือการเปลี่ยนแปลงภาวะเศรษฐกิจ

2.1 การพยากรณ์จากกลุ่มผู้บริหารระดับสูง อาจทำได้ 2 วิธี คือ

2.1.1 การพยากรณ์โดยกลุ่มผู้บริหารที่ประกอบด้วยกรรมการผู้จัดการ
หรือผู้จัดการทั่วไป ร่วมกับผู้จัดการในสายงานหลัก คือผู้จัดการฝ่ายการตลาด ผู้จัดการฝ่าย
การเงิน ผู้จัดการฝ่ายผลิต และฝ่ายวิศวกรรม เป็นต้น ผู้จัดการทั้งหมดนี้จะร่วมประชุมถกเถียง
ปัญหาและระดมความคิด

ข้อดี ทำให้ได้แนวความคิดที่กว้างขวาง แต่ก็อาจมีปัญหาในเรื่องอิทธิพลของผู้ใดผู้
หนึ่งเข้าครอบงำ เช่น ผู้บริหารระดับต่ำไม่กล้าขัดผู้บริหารระดับสูงกว่าตน เป็นต้น

2.1.2 พยากรณ์โดยกลุ่มผู้จัดการสินค้า (Product Managers)

เพราะผู้จัดการสินค้าแต่ละคนย่อมรับผิดชอบและรู้จักสินค้าในสายผลิตภัณฑ์ของตนเป็นอย่างดี
ตลอดจนรับผิดชอบต่อกองคชาสินค้าในสายผลิตภัณฑ์ของตน

2.2 การรวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ อาจทำได้ 3 วิธี คือ

2.2.1 การจัดการประชุมอภิปรายร่วมกันเพื่อคาดคะเนอุปสงค์

2.2.2 ให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนส่งตัวเลขที่ตนประมาณไปยังหัวหน้า
โครงการแล้ว ให้หัวหน้าโครงการจัดรวบรวมงานของแต่ละคนเข้าเป็นเรื่องเดียวกัน

2.2.3 ให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนส่งตัวเลขที่ตนประมาณขึ้นไปยังหัวหน้า
โครงการ และหัวหน้าโครงการจะนำมาทบทวนและเชิญผู้เชี่ยวชาญมาทบทวนเป็นรอบที่สอง
เพื่อแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น วิธีนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วิธีเดลฟี (Delphi)

การพยากรณ์โดยวิธีรวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญสามารถทำได้รวดเร็วและ
ไม่สิ้นเปลืองมากนักโดยสามารถเปรียบเทียบความคิดเห็นที่แตกต่างกันได้

แม้ว่าการพยากรณ์โดยใช้ความคิดเห็นจากกลุ่มผู้บริหารระดับสูงจะมีข้อดีอยู่หลาย
ประการตามที่กล่าวแล้วก็ตาม แต่วิธีดังกล่าวมีข้อเสียก็คือเป็นการใช้ความคิดเห็นมาจาก
ข้อเท็จจริง ขาดหลักการทางวิทยาศาสตร์ ผู้บริหารระดับสูงอาจไม่เข้าใจวิธีในการพยากรณ์
ได้ชัด ความรับผิดชอบเกี่ยวกับข้อผิดพลาดจะกระจุกกระจายจึงไม่สามารถระบุผู้รับผิดชอบของ
การพยากรณ์จากบุคคลใดบุคคลหนึ่งได้ นอกจากนี้การพยากรณ์โดยวิธีนี้เป็นการประมวลผล
โดยสำนวน ขาดแก่การแยกพยากรณ์สินค้าออกตามกลุ่มลูกค้า พื้นที่ ประเภทของสินค้าหรือ
ตามช่วงระยะเวลาในแต่ละเดือน จึงนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการควบคุมได้ยาก

3. การรวบรวมความคิดเห็นของพนักงานขาย (Sales Force Opinions)
การพยากรณ์โดยใช้ความคิดเห็นจากกลุ่มพนักงานขายนี้จะให้พนักงานขายแต่ละคนทำการ
พยากรณ์ยอดขายภายในเขตของตนแล้วนำมารวมกันเป็นยอดรวมขององค์การสำหรับ
ช่วงระยะเวลาหนึ่งในอนาคต การพยากรณ์ยอดขายโดยวิธีนี้เป็นการเริ่มจากเบื้องล่าง
(A Bottom up Approach) แทนที่จะเริ่มจากเบื้องบน โดยพนักงานขายแต่ละคนจะได้รับ
แบบฟอร์มสำหรับบันทึกรายงานทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ และอยู่ในแบบฟอร์มเดียวกัน

การพยากรณ์โดยวิธีนี้มีข้อดีคือ เป็นการให้ความรู้จากผู้ที่อยู่ใกล้ที่สุดกับตลาดที่สุด
คำนึงถึงอิทธิพลที่มีผลต่อการขายของคู่แข่ง ค่าใช้จ่ายในการพยากรณ์ต่ำ นอกจากนี้ยังช่วย
กระตุ้นให้พนักงานขายมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพราะพนักงานขายจะพยายามขายสินค้าให้ได้
จำนวนเท่าที่กะประมาณไว้

อย่างไรก็ตาม การพยากรณ์จากกลุ่มพนักงานขายนี้มีข้อบกพร่องที่สำคัญคือ พนักงาน
ขายบางคนอาจไม่เข้าใจบทบาทของการพยากรณ์หรือไม่เคยได้รับการอบรมและไม่มีควม
ชำนาญในการพยากรณ์ตัวเลข ทำให้ยอดขายที่ได้อาจจะประมาณกันต่ำเพื่อว่าบริษัทจะได้
ไม่ตั้งเป้าหมายในการขายของพนักงานให้สูงเกินไป พนักงานขายบางคนอาจไม่คำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ
ที่เกี่ยวข้องกับยอดขายหรืออาจไม่รู้ว่าภาวะเศรษฐกิจเป็นอย่างไร และไม่รู้จักแผนงานตลาดของ
บริษัทซึ่งจะมีผลต่อการขายในอนาคต เป็นลักษณะของการมีความคิดในวงแคบ พนักงานขาย
บางคนอาจไม่มีเวลาที่จะทำการหาตัวเลขต่างๆ ซึ่งอาจให้ข้อมูลแบบหยาบๆ โดยไม่พิจารณา
ตัวเลขที่ควรจะเป็นจริง เป็นต้น จากข้อบกพร่องดังกล่าวข้างต้นบริษัทต้องพยายามแก้ปัญหา
ต่างๆ ที่เกิดขึ้นดังนี้

3.1 บริษัทต้องให้ความช่วยเหลือหรือกระตุ้นพนักงานขายเพื่อให้เกิดความสนใจและกระตือรือร้นในการให้ข้อมูล

3.2 บริษัทอาจใช้บันทึกการคาดคะเนของพนักงานขายแต่ละคนในอดีตพร้อมทั้งเปรียบเทียบกับยอดขายจริงว่าแต่ละคนคาดคะเนถูกต้องหรือมีข้อผิดพลาดอย่างไร

3.3 ให้พนักงานขายคณโบายของธุรกิจ

3.4 ย่อบันทึกการคาดคะเนของพนักงานแต่ละคนและแจกจ่ายให้พนักงานทุกคน

3.5 พนักงานขายที่ตั้งตัวเลขยอดขายเอาไว้ต่ำ อาจแก้ไขได้โดยให้งบประมาณในพหุภาคและการส่งเสริมการขายตามจำนวนยอดขายที่พนักงานขายนั้นประมาณว่าจะขายได้

เทคนิคการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis Techniques)

เทคนิคการวิเคราะห์เชิงปริมาณ เป็นเทคนิคการพยากรณ์โดยอาศัยข้อมูลในอดีต ซึ่งข้อมูลนั้นต้องสามารถวัดได้ โดยยึดพื้นฐานที่ว่ารูปแบบข้อมูลในอดีต สามารถกำหนดค่าในอนาคตได้ โดยยังสามารถแบ่งแยกเทคนิคนี้ออกได้อีกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามชนิดของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์ คือ

1. เทคนิคอนุกรมเวลา (Time Series Analysis) เทคนิคอนุกรมเวลา เป็นการพยากรณ์ที่อาศัยตัวแบบทางสถิติซึ่งสร้างขึ้นจากข้อมูลในอดีตของสิ่งที่จะพยากรณ์ วิธีการพยากรณ์ประเภทนี้ได้แก่ การทำให้เรียบ (Smoothing Methods) วิธีดีคอมโพสิชัน (Decomposition) การวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis) และการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box - Jenkins)

1.1 การทำให้เรียบ (Smoothing Methods) การทำให้เรียบ เป็น การปรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่จะใช้พยากรณ์ให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมจะใช้พยากรณ์ด้วยการตัดข้อมูลส่วนที่เป็น การเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติ (Irregular Variation) ออกไปโดยการใช้วิธีการทำให้เรียบต่างๆ ดังนี้

1.1.1 การเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) หมายถึง การนำข้อมูลอนุกรมเวลามาถัวเฉลี่ย โดยให้น้ำหนักของข้อมูลในแต่ละจุดเวลาเท่ากัน การเฉลี่ยเคลื่อนที่แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ การเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบธรรมดา (Single Moving Averages) และการเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Averages)

1.1.1.1 การเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบธรรมดา (Single Moving Averages) ฟังก์ชันการพยากรณ์ที่ใช้

$$F_{t+1} = (X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-N+1})/N$$

$$= \frac{1}{N} \sum_{i=t-N+1}^t X_i$$

$$= \frac{X_t}{N} - \frac{X_{t-N}}{N} + F_t$$

โดยกำหนดให้

F_{t+1} = ค่าพยากรณ์โดยการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบธรรมดาที่เวลา $t+1$

F_t = ค่าพยากรณ์โดยการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบธรรมดาที่เวลา t

X_t = ค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

N = จำนวนข้อมูลในอดีตที่นำมาถ่วงเฉลี่ยในแต่ละครั้ง

การเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบธรรมดาเป็นวิธีพยากรณ์ที่ง่ายและสะดวกที่สุด แต่มีข้อจำกัดที่ควรระวังคือ วิธีนี้จะให้ค่าพยากรณ์ที่ดีต่อเมื่อข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงจะมีค่าการกระจายอยู่ในระดับที่คงที่ (ข้อมูลเป็นแบบ Stationary) ถ้าข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงแสดงค่าการกระจายเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก เช่น มีแนวโน้มจะเปลี่ยนไปในทางที่สูงขึ้นหรือต่ำลงอย่างรวดเร็วค่าพยากรณ์ที่ได้จากการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบธรรมดามักจะให้ค่าต่ำกว่าหรือสูงกว่าค่าของข้อมูลที่เกิดจริง และจะต้องใช้เวลาหลายช่วงเวลากว่าที่ค่าพยากรณ์จะสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงนี้

สำหรับการเลือกจำนวนข้อมูลในอดีตที่จะนำมาถ่วงเฉลี่ยในแต่ละครั้ง (N) ก็มีส่วนทำให้ค่าพยากรณ์สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ช้าหรือเร็วด้วย กล่าวคือ ถ้าเลือกจำนวนข้อมูลมาถ่วงเฉลี่ยมาก (N มีมาก) จะสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงได้ช้า จึงเหมาะสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะการกระจายค่อนข้างคงที่ (Stable) แต่ถ้าเลือกจำนวนถ่วงเฉลี่ยน้อย (N มีค่าน้อย) ค่าพยากรณ์จะสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงได้ค่อนข้างเร็ว จึงเหมาะสำหรับข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็ว

ในการเลือกค่า N โดยดูจากลักษณะของข้อมูล เราจะได้ช่วงของค่า N ที่ดีแต่ยัง
ระบุดของค่า N ที่เหมาะสมไม่ได้ หากต้องการให้ได้ค่า N ที่เหมาะสมที่สุด ก็ต้องพิจารณา
ประกอบกับค่าของความแม่นยำ (ซึ่งจะได้กล่าวต่อไปในช่วงหลัง) โดยเลือกค่า N ที่ให้ความ
แม่นยำในการพยากรณ์ที่ดีที่สุด

1.1.1.2 การเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง (Double
Moving Averages or Linear Moving Averages)

ฟังก์ชันการพยากรณ์ที่ให้

$$S_t = (X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-N+1}) / N$$

$$S'_t = (S'_t + S'_{t-1} + \dots + S'_{t-N+1}) / N$$

$$a_t = S'_t + (S'_t - S_t) = 2S'_t - S_t$$

$$b_t = \frac{2}{N-1} (S'_t - S_t)$$

ใช้สำหรับหาส่วนประกอบที่เป็นแนวโน้ม (Trend) เพื่อ
ปรับปรุงผลพยากรณ์

$$F_{t+m} = a_t + b_t \cdot m$$

X_t = ค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

S'_t = การเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบธรรมดาที่เวลา t

S_t = การเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบซ้ำสองครั้งที่เวลา t

a_t, b_t = เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการคำนวณ

N = จำนวนข้อมูลในอดีตที่นำมาถ่วงเฉลี่ยในแต่ละครั้ง $N=2,3,4,\dots$
แต่มีค่าไม่เกิน $t/2$

$$F_{t+m} = \text{ค่าพยากรณ์โดยการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบซ้ำสองครั้งที่เวลา } t+m$$

วิธีนี้เป็นวิธีแก้ไขปัญหานี้ในเรื่องของข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่มีแนวโน้ม
เพิ่มสูงขึ้นหรือลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว (ข้อมูลเป็นแบบ Non Stationary) ซึ่งวิธีการเฉลี่ย
เคลื่อนที่แบบธรรมดา จะได้ค่าพยากรณ์ที่ผิดไปจากความเป็นจริงมาก ดังนั้นจึงมีการนำค่าที่
ได้จากการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบธรรมดามาเป็นข้อมูลในการเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งที่สอง เพื่อไว้
หาค่าพยากรณ์ต่อไป

สภาพหลักเกณฑ์ในการเลือกค่า N ที่เหมาะสมก็เป็นเช่นเดียวกับกรณีการหาค่า N ของการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบธรรมดา

1.1.2 การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล เป็นการนำข้อมูลอนุกรมเวลามาวิเคราะห์โดยให้น้ำหนักของข้อมูลที่ใกล้เวลายังปัจจุบันมีค่ามาก และน้ำหนักนี้จะค่อยๆ ลดลงเรื่อยๆ แบบเรขาคณิต การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล มีหลายแบบแต่แบบที่เป็นที่นิยมและรู้จักกันทั่วไปมีดังนี้ การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing) การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing) การทำให้เรียบแบบ ARSES (Adaptive Response Rate Single Exponential Smoothing) การทำให้เรียบแบบฮอลต์ (Holt's Two - parameter Linear Exponential Smoothing) การทำให้เรียบแบบบราวน์ (Brown's Quadratic Exponential Smoothing) และการทำให้เรียบแบบวินเทอร์ (Winter's linear and Seasonal Exponential Smoothing)

ข้อดีของวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล คือ

- จำนวนข้อมูลที่จำเป็นต้องเก็บเพื่อนำมาใช้ในการพยากรณ์ต้องการน้อยกว่าวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่ เช่น วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ต้องเก็บข้อมูลทางด้านน้อยที่สุดเท่ากับ N งวด ในขณะที่วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียวให้ข้อมูลเพียง 1 งวดที่นำมาเท่านั้นในการพยากรณ์

- น้ำหนักที่ให้แก่อข้อมูลในอดีตต่างกัน ข้อมูลในอดีตที่ใกล้ปัจจุบัน จะให้น้ำหนักมากกว่าข้อมูลในอดีตที่ไกลปัจจุบัน ซึ่งต่างกับวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ให้น้ำหนักของข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาเท่ากันหมด

1.1.2.1 การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing)

ฟังก์ชันการพยากรณ์ที่ใช้

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= \alpha X_t + \alpha(1-\alpha)X_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 X_{t-2} + \dots + \alpha(1-\alpha)^{N-1} X_{t-N+1} \\ &= \alpha X_t + (1-\alpha)F_t \\ &= F_t + \alpha(X_t - F_t) \end{aligned}$$

โดยกำหนดให้

- F_{t+1} = ค่าพยากรณ์โดยการทำให้ เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบครั้งเดียวที่
เวลา $t+1$
- F_t = ค่าพยากรณ์โดยการทำให้ เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบครั้งเดียวที่
เวลา t
- X_t = ค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t
- α (Alpha) = ค่าคงที่ที่กำหนดน้ำหนักของการเฉลี่ย โดย $0 < \alpha < 1$

วิธีนี้จะให้ค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับข้อมูลที่มีค่าการกระจายอยู่ในลักษณะที่คงที่ (ข้อมูล
เป็นแบบ Stationary) และในการพยากรณ์ต้องตัดสินใจเลือกใช้ค่า α และกำหนดค่า
พยากรณ์เริ่มต้น (F_1)

สำหรับการเลือกค่า α สามารถใช้เกณฑ์เช่นเดียวกับ การเลือกค่า N ในการเฉลี่ย
เคลื่อนที่ได้ นั่นคือ ทดลองใช้ค่า α ต่างๆ กันกับข้อมูลที่มีอยู่แล้ว เลือกค่า α ที่ให้ค่าความแม่นยำ
ที่สุด โดยปกติ ถ้า α มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ จะเท่ากับให้ความสำคัญกับข้อมูลในอดีตมาก และให้ค่า
พยากรณ์ที่สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลอย่างช้าๆ แต่ถ้า α มีค่าเข้าใกล้หนึ่งจะเท่ากับ
ให้ความสำคัญของข้อมูลในปัจจุบันมาก และจะให้ค่าพยากรณ์ที่สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของ
ข้อมูลอย่างรวดเร็ว ในการปฏิบัติข้อมูลชุดใดมีการใช้ค่า α ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.01 ถึง
0.30 แสดงว่าข้อมูลชุดนั้นเหมาะจะใช้วิธีการทำให้ เรียบแบบครั้งเดียว แต่ถ้าต้องใช้ α ที่
เหมาะสมเข้าใกล้หนึ่งแสดงว่า ข้อมูลชุดนั้นมีผลของแนวโน้มและฤดูกาล เข้ามาเกี่ยวข้อง
วิธีการทำให้ เรียบแบบครั้งเดียวไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด

ส่วนการเลือกค่าพยากรณ์เริ่มต้น (F_1) นั้น มีผู้เสนอแนะหลายวิธี เช่น อาจจะใช้
ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในอดีตที่มีอยู่ หรืออาจจะกำหนดให้ F_1 เท่ากับข้อมูลเริ่มต้นที่แท้จริง (X_1)
ทั้งงานวิจัยฉบับนี้จะเลือกให้วิธีหลัง ถ้าสมมติว่ามีข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์ทั้งสิ้น N
จำนวน เราสามารถหาค่าพยากรณ์ได้ถึงค่าที่ $N+1$ นั่นคือ $F_{t+1} = F_N + 1$ อย่างไรก็ตามหาก
ต้องการทำการพยากรณ์ในช่วงเวลาที่ไกลออกไปอีก เราสามารถแก้ไขได้โดยให้ค่าของข้อมูล
ที่เกิดขึ้นจริง

หลังสุด (X_N) ไปแทนค่า X_t ในสมการ เพื่อการหาค่าพยากรณ์ในช่วงเวลาที่เกินกว่า $N+1$
ทุกค่า ส่วน F_t ยังคงใช้ค่าพยากรณ์ที่เกิดก่อนหน้าเหมือนเดิม

1.1.2.2 การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบซ้ำสอง ค่าคง (Double Exponential Smoothing or Brown's One - parameter Linear Exponential Smoothing)

ฟังก์ชันการพยากรณ์ที่ใช้

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S'_{t-1}$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1}$$

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S'_t - S''_t)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

โดยกำหนดให้

X_t = ค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

S'_t = ค่าการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบครั้งเดียวที่เวลา t

S''_t = ค่าการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบซ้ำสองครั้งที่เวลา t

α (Alpha) = ค่าคงที่ใช้กำหนดน้ำหนักของการเฉลี่ย โดย $0 < \alpha < 1$

a_t, b_t = ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการคำนวณ

F_{t+m} = ค่าพยากรณ์โดยการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบซ้ำสองครั้งที่
เวลา $t+m$

วิธีนี้เป็นวิธีแก้ไขปัญหาในเรื่องของข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่มีแนวโน้มเพิ่ม
สูงขึ้นหรือลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว (ข้อมูลเป็นแบบ Non - stationary) เช่นเดียวกับที่ใช้ในวิธี
การเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบซ้ำสองครั้ง

สำหรับการเลือกค่า α ใช้วิธีเหมือนกับการเลือกค่า α ของวิธีการทำให้เรียบแบบ
เอกซ์โปเนนเชียลแบบครั้งเดียว ส่วนค่าเริ่มต้น S'_1, S''_1 และ a_1 อาจจะกำหนดให้เท่ากับข้อมูล
เริ่มต้นที่แท้จริง (X_1) และค่า b_1 เท่ากับ $\frac{(X_2 - X_1) + (X_4 - X_3)}{2}$

1.1.2.3 การทำให้เรียบแบบ ARSSES (Adaptive Response Rate Single Exponential Smoothing)

ฟังก์ชันการพยากรณ์ที่ใช้ $F_{t+1} = \alpha_t X_t + (1 - \alpha_t) F_t$

$$\alpha_{t+1} = \left| \frac{E_t}{M_t} \right|$$

$$\begin{aligned} \text{โดย } E_t &= \beta e_t + (1-\beta)E_{t-1} \\ M_t &= \beta |e_t| + (1-\beta)M_{t-1} \\ e_t &= X_t - F_t \end{aligned}$$

โดยกำหนดให้

- F_{t+1} = ค่าพยากรณ์โดยการทำให้เรียบแบบ ARSES ที่เวลา $t+1$
- X_t = ค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t
- α_{t+1} = ค่าคงที่ ที่เกิดขึ้นจากการคำนวณที่เวลา $t+1$
- e_t = ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าของข้อมูลที่แท้จริงกับค่าพยากรณ์ที่เวลา t
- β (Beta) = ค่าคงที่ ที่กำหนดขึ้นโดย $0 < \beta < 1$
- $| |$ = เครื่องหมายของค่าสัมบูรณ์

วิธี ARSES เป็นเทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลวิธีหนึ่ง มีพื้นฐานคล้ายกับวิธีทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบครั้งเดียว ส่วนแตกต่างของวิธีนี้คือ ค่า α สามารถจะเปลี่ยนแปลงไปได้เองโดยอัตโนมัติตามระยะเวลา เพื่อให้เหมาะสมกับรูปแบบของข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอแทนที่จะใช้ α ที่มีค่าเดียวเหมือนเดิม นอกจากนี้ยังช่วยให้ไม่ต้องทดลองหาเพื่อหาค่า α ที่เหมาะสมในกรณีข้อมูลมีจำนวนมาก ซึ่งไม่เป็นการสะดวก

การกำหนดขั้นต้นก็คือ ต้องกำหนดค่า β เพื่อใช้ใบสมการโดยมักจะกำหนดให้เท่ากับ 0.1 หรือ 0.2 แต่ในงานวิจัยนี้จะใช้การทดลองเปลี่ยนค่า β ส่วนค่าพยากรณ์เริ่มต้น (F_1) อาจกำหนดให้เท่ากับข้อมูลที่เริ่มต้นที่แท้จริง (X_1) และค่า E_t, M_t แรกเริ่ม (E_1, M_1) กำหนดให้เท่ากับ 0 สำหรับค่า α_t ในระยะหลังๆ จะเกิดขึ้นเองโดยอัตโนมัติก็จริง แต่เราต้องช่วยกำหนดค่า α_t ในช่วงแรกก่อน โดยวิธีที่ง่ายที่สุดคือ ระบุค่าตั้งแต่ α_1 ถึง α_4 ให้เท่ากับค่า β ที่กำหนดไว้หลังจากนั้นจึงปล่อยให้มีการปรับตัวของค่า α_t เองตามสูตร

1.1.2.4 การทำให้เรียบแบบฮอลท์ (Holt's Two-

parameters Linear Exponential Smoothing)

ฟังก์ชันการพยากรณ์ที่ใช้

$$S_t = \alpha X_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) = \alpha X_t + (1-\alpha)F_t$$

$$b_t = \delta(S_t - S_{t-1}) + (1-\delta)b_{t-1} \quad \text{ใช้ทำส่วนประกอบแนวโน้มเรียบ}$$

$$F_{t+m} = S_t + b_{t+m}$$

โดยกำหนดให้

- F_{t+m} = ค่าพยากรณ์โดยการทำให้เรียบแบบซอลท์ ที่เวลา $t+m$
- X_t = ค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t
- α (Alpha), δ (Gamma) = ค่าคงที่ที่กำหนดขึ้น โดย $0 < \alpha < 1, 0 < \delta < 1$

วิธีการทำให้เรียบแบบซอลท์ มีหลักการคล้ายกับวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบซ้ำสองครั้ง เพียงแต่แทนที่จะแก้ไขปัญหาในเรื่องของข้อมูลการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงหรือลดต่ำอย่างรวดเร็ว ด้วยวิธีการทำให้เรียบซ้ำสองครั้ง กลับแก้ไขโดยการทำให้เรียบที่ส่วนประกอบแนวโน้มโดยตรงด้วยวิธีนี้จะให้ความผิดพลาดที่น้อยกว่า เพราะส่วนประกอบแนวโน้มจะถูกทำให้เรียบด้วยค่าพารามิเตอร์ (α, δ) ที่ไม่คงที่

การกำหนดขั้นต้นคือ กำหนดค่า α และ δ เพื่อให้ในสมการโดยเลือกค่าที่ให้ผลพยากรณ์ที่มีค่าความแม่นยำที่สุด ส่วนค่า S_t เริ่มต้น (S_1) อาจกำหนดให้เท่ากับข้อมูลเริ่มต้นที่แท้จริง (X_1) และค่า b_t เริ่มต้น (b_1) ให้เท่ากับ $(X_2 - X_1)/2 + (X_4 - X_3)/2$

1.1.2.5 การทำให้เรียบแบบเบราวน์ ควอดราติก (Brown's Quadratic Exponential Smoothing or Triple Exponential Smoothing)

ฟังก์ชันการพยากรณ์ที่ใช้

$$S'_t = \alpha (X_t) + (1 - \alpha) S'_{t-1}$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1}$$

$$S'''_t = \alpha S''_t + (1 - \alpha) S'''_{t-1}$$

$$a_t = 3S'_t - 3S''_t + S'''_t$$

$$b_t = \frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2} [(6-5\alpha)S'_t - (10-8\alpha)S''_t + (4-3\alpha)S'''_t]$$

$$c_t = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^3} (S'_t - 2S''_t + S'''_t)$$

$$F_{t,m} = a_t + b_t m + \frac{1}{2} c_t m^2$$

โดยกำหนดให้

F_{t+m} = ค่าพยากรณ์โดยการทำให้เรียบแบบบราวน์ ครอคราติก ที่เวลา $t+m$

X_t = ค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

α (Alpha) = ค่าคงที่ ที่กำหนดขึ้นโดย $0 < \alpha < 1$

วิธีการทำให้เรียบแบบบราวน์ ครอคราติก เหมาะสำหรับพยากรณ์ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเส้นโค้ง (Quadratic) โดยจะหาการปรับข้อมูลให้เริ่มด้วยการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลสามครั้ง

การกำหนดขั้นต้นคือ กำหนดค่า α เพื่อให้ในสมการโดยเลือกค่าที่ให้ผลพยากรณ์ที่มีความแม่นยำที่สุด สำหรับค่าเริ่มต้นต่างๆ จะกำหนดให้ $F_1=S_1=S'_1=S''_1=a_1=x_1$, $b_1=\frac{(X_2-X_1)+(X_3-X_2)+(X_4-X_3)}{3}$ และ $C_1=\frac{X_3-X_1}{2}$

1.1.2.6 การทำให้เรียบแบบวินเตอร์ (Winters'

Linear and Seasonal Exponential Smoothing)

ฟังก์ชันการพยากรณ์ที่ใช้ $S_t = \frac{\alpha X_t}{1-\alpha} + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$

$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$

$I_t = \frac{\beta X_t}{S_t} + (1-\beta)I_{t-1}$

$F_{t+m} = (S_t + b_{t+m})I_{t-L+m}$

โดยกำหนดให้

F_{t+m} = ค่าพยากรณ์โดยการทำให้เรียบแบบวินเตอร์ที่เวลา $t+m$

X_t = ค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

b_t = ส่วนประกอบแนวโน้ม (Trend) ที่เวลา t

I_t = ดัชนีของฤดูกาล (Seasonal index) ที่เวลา t (ลักษณะของการแปรผันตามฤดูกาลเป็นแบบผลคูณ (Multiplicative Seasonal Pattern)

L = จำนวนฤดูกาลทั้งหมดใน 1 รอบเวลา

α (Alpha), γ (Gamma) β (Beta) = ค่าคงที่ที่กำหนดขึ้นโดย $0 < \alpha < 1, 0 < \gamma < 1, 0 < \beta < 1$

การทำให้เรียบแบบวันเตอร์ เป็นวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลวิธีหนึ่ง
 ที่เป็นวิธีการที่ใช้พยากรณ์ข้อมูลที่มีผลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง เหมาะสำหรับการพยากรณ์
 ในช่วงสั้นๆ โดยจะมองในส่วนประกอบของข้อมูลว่าประกอบไปด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วน
 ประกอบถาวร (Permanent Component) ส่วนประกอบแนวโน้มเชิงเส้น (Linear
 Trend Component) และส่วนประกอบฤดูกาล (Seasonal Component) และมีการ
 แยกหาส่วนประกอบแต่ละส่วนเพิ่มมาประกอบเป็นค่าพยากรณ์ต่อไป

การกำหนดหาค่า α , δ และ β เพื่อให้ได้สมการโดยเลือกค่าที่ให้ผล
 พยากรณ์ที่มีค่าความแม่นยำที่สุด โดยปกติค่า α มักจะมีค่ามากกว่า δ และ β สำหรับค่าเริ่มต้น
 กำหนดให้ $S_{L+1} = X_{L+1}$

$$I_1 = X_1/\bar{X}$$

$$I_2 = X_2/\bar{X}$$

$$I_3 = X_3/\bar{X}$$

$$I_4 = X_4/\bar{X}$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$I_L = X_L/\bar{X}$$

$$\text{โดย } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^L X_i}{N}$$

$$\text{และค่า } b_{L+1} = \frac{(X_{L+1}-X_1)+(X_{L+2}-X_2)+(X_{L+3}-X_3)}{3(L)}$$

1.2 วิธีคิดมไปที่ขึ้น (Decomposition or Classical Time Series Analysis) วิธีคิดมไปที่ขึ้นหรือ การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิก เป็นการ
 วิเคราะห์โดยหาการแตกอนุกรมเวลาออกเป็นส่วนประกอบต่างๆ ทำให้สามารถอธิบายได้ถึง
 การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอนุกรมเวลาบางส่วนได้ โดยปกติแล้วข้อมูลอนุกรมเวลาจะประกอบ
 ด้วยส่วนประกอบสำคัญ 4 ประการคือ

- แนวโน้ม (Secular Trend ; T)
- การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (Seasonal Variation ; S)
- การเปลี่ยนแปลงแบบวัฏจักร (Cyclical Variation ; C)
- การเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติ (Irregular Variation ; I)

การวิเคราะห์จะนำเอาข้อมูลในอดีตมาหาค่าของส่วนประกอบ เพื่อให้เป็นพื้นฐานในการคาดคะเนในอนาคต การวิเคราะห์ส่วนประกอบทำได้ 2 ลักษณะดังนี้

1.2.1 แบบตัวคูณ (Multiplicative Seasonal Pattern)

รูปแบบ $X_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t$ นิยมใช้กันมากที่สุด

โดย $X_t =$ ข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงที่เวลา t

ขั้นตอนการหาค่าดัชนีฤดูกาล (S_t) ด้วยวิธี Ratio-to-Moving Average

- นำข้อมูลจริงมาทำการเคลื่อนที่ เพื่อกำจัดกาการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยจำนวนข้อมูลที่น่ามาเฉลี่ยในแต่ละครั้ง (N) เท่ากับจำนวนฤดูกาลใน 1 รอบเวลา
- ทำการเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่จุดกึ่งกลาง (Center Moving Average) เพื่อให้ค่าเฉลี่ยในข้อ 1 แสดงค่าอยู่ที่จุดกึ่งกลาง
- นำข้อมูลจริง (X_t) ตั้งหารด้วยค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่จุดกึ่งกลางตามข้อ 2 ซึ่งจะได้อค่า ($S_t \times I_t$)

- นำค่า ($S_t \times I_t$) ในข้อ 3 มาเฉลี่ยในแต่ละฤดู เพื่อหาข้อมูลฤดูกาล
- ทำการปรับ (Normalize) ให้เป็นค่าดัชนีฤดูกาล โดยใช้ $L / \sum_{t=1}^L S_t$ คูณค่าที่ได้ในข้อ 4 โดย L คือจำนวนฤดูกาลใน 1 รอบเวลา

ขั้นตอนการหาลักษณะแนวโน้ม วงจรและการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติ

- จัดกาการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล (Deseasonalized) โดยใช้สูตร $d_t = x_t / s_t$
- คาดคะเนค่าแนวโน้ม (T_t) จากข้อมูลที่ปราศจากฤดูกาล ในข้อ 6 (Deseasonalized Data) โดยให้สมการถดถอย (Regression) และให้ช่วงเวลา (t) เป็นตัวแปรอิสระ ดังสมการ $T_t = a + bt$ ซึ่งการกำหนดค่า a และ b ก็ขึ้นอยู่กับพื้นฐานของวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Method) นั่นคือ

$$b = \frac{\sum t d_t - (\sum t)(\sum d_t) / N}{\sum t^2 - (\sum t)^2 / N}$$

$$a = \sum d_t / N - b(\sum t / N)$$

ซึ่งจะให้ค่า $\sum_{t=1}^N (d_t - T_t)^2$ มีค่าน้อยที่สุด โดย N เท่ากับจำนวนข้อมูลทั้งหมด

- หาค่า ($C_t \times T_t$) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ปราศจากแนวโน้มและฤดูกาล โดยการนำค่าที่เกิดขึ้นจริงมาตั้งหารด้วยแนวโน้มในข้อ 7 และดัชนีฤดูกาลในข้อ 5

- นำข้อมูลที่เราได้จากแนวโน้มและฤดูกาลในข้อ 8 มาทำการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติ (I_t) โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงสั้นๆ ก็จะได้ค่าแสดงวัฏจักร (C_t)
- หาค่าการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติ (I_t) โดยนำข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงตั้งหารด้วยค่าแนวโน้มดัชนีฤดูกาลและวัฏจักร ($X_t/T_t \times S_t \times C_t$)

ขั้นตอนการพยากรณ์

- พึ่งพิงขั้นการพยากรณ์ $F_{t+m} = T_{t+m} \times S_{t-L+m} \times C_{t-c+m}$ โดยกำหนดให้
 - F_{t+m} = ค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+m$
 - L = จำนวนฤดูกาลใน 1 รอบเวลา
 - c = จำนวนช่วงเวลาใน 1 วัฏจักร
- กรณีค่าของฤดูกาลหรือวัฏจักรไม่เด่นชัดให้แทนค่า S หรือ C ด้วย 1

1.2.2 แบบผลบวก (Additive Seasonal Pattern)

$$\text{รูปแบบ } X_t = T_t + S_t + C_t + I_t$$

วิธีวิเคราะห์รูปแบบผลบวกมีลักษณะคล้ายกับการวิเคราะห์ผลคูณ โดยเปลี่ยนแปลงวิธีการเล็กน้อยจากการคูณหรือการหารมาเป็นการบวกหรือการลบ

1.3 การวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis or Regression with Time) วิธีนี้เป็นการนำข้อมูลในอดีตมาเขียนกราฟเพื่อศึกษาารูปแบบของข้อมูล และใช้ Simple Regression ที่มีตัวแปรอิสระ เป็นเวลา (t) และค่าแปรตามเป็นข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง (X_t)

มาสร้างเป็นฟังก์ชันของความสัมพันธ์ ซึ่งจะมีรูปแบบ ดังนี้

ฟังก์ชันของการพยากรณ์

$$F_{t+m} = a + b(t+m)$$

$$b = \frac{\sum t x_t - (\sum t)(\sum x_t)/N}{\sum t^2 - (\sum t)^2/N}$$

$$a = \sum x_t/N - b(\sum t/N)$$

โดย F_{t+m} = ค่าพยากรณ์ที่เวลา $t+m$
 X_t = ค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง ณ เวลา t
 N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด
 t = จำนวนเวลาตั้งแต่ 1 ถึง N

ค่า a, b เป็นค่าพารามิเตอร์ที่หามาได้โดยจะต้องทำให้ผลรวมของค่ายกกำลังสองของผลต่างระหว่างข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง (X_t) กับค่าพยากรณ์ (F_t) มีค่าน้อยที่สุด $[\text{Min } \sum_{t=1}^N (x_t - F_t)^2]$ ตามหลักการของ Least Squares Method

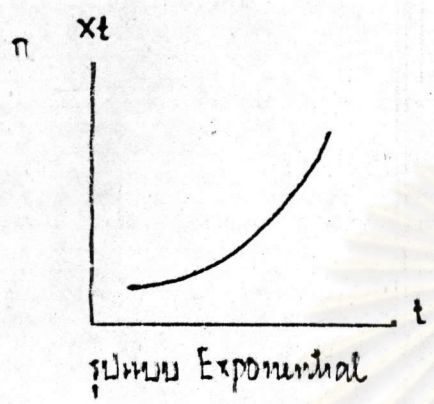
ฟังก์ชันการพยากรณ์ข้างต้นใช้กับข้อมูลที่เขียนกราฟออกมาแล้วมีลักษณะเป็น Linear Trend หากเขียนกราฟแล้วข้อมูลแสดงในลักษณะอื่น ๆ ต้องจัดการแปลงรูป (Transform) สมการให้อยู่ในลักษณะของ Linear Trend ก่อนเพื่อหาพารามิเตอร์แล้วจึงนำกลับไปแทนค่าในฟังก์ชันพยากรณ์ของแต่ละลักษณะต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแบบข้อมูลที่อยู่ในลักษณะอื่นๆ

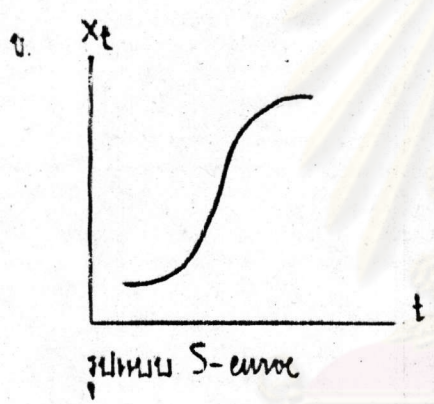
ฟังก์ชันการพยากรณ์

การแปลงรูปสมการเพื่อหาค่า a, b ได้สะดวก



$$F_{t+m} = e^{a+bc(t+m)} \Rightarrow X'_t = a+bt$$

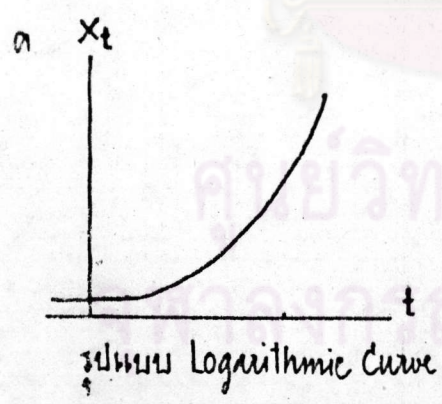
$$e = 2.71828 \quad \text{โดย } X'_t = \log_e X_t$$



$$F_{t+m} = e^{a+cb/t+m} \Rightarrow X'_t = a+bt'$$

$$\text{โดย } X'_t = \log_e X_t$$

$$t' = \frac{1}{t}$$



$$F_{t+m} = a cb^{t+m} \Rightarrow X'_t = a'+b't$$

$$\text{โดย } X'_t = \log_e X_t$$

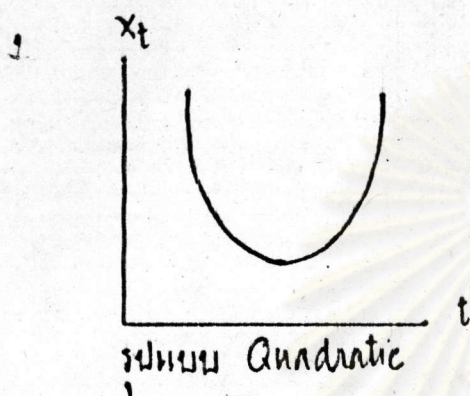
$$a' = \log_e a$$

$$b' = \log_e b$$

ภาพที่ 3.1 ฟังก์ชันความสัมพันธ์ที่ไม่อยู่ในรูปเส้นตรง

รูปแบบข้อมูลที่อยู่ในลักษณะอื่นๆ

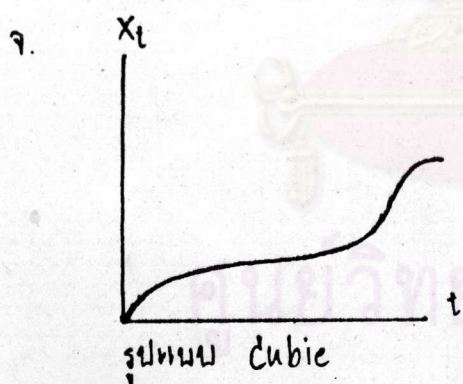
ฟังก์ชันการพยากรณ์

การแปลงรูปสมการเพื่อหาค่า
a, b ได้สะดวก

$$F_{t+m} = a + bct + m + cct + m^2$$

$$\Rightarrow X_t = a + bt + ct'$$

$$\text{โดย } t' = t^2$$



$$F_{t+m} = a + bct + m + cct + m^2 + dct + m^3$$

$$\Rightarrow X_t = a + bt + ct' + dt''$$

$$\text{โดย } t' = t^2$$

$$t'' = t^3$$

ภาพที่ ๓.๑ (ต่อ) ฟังก์ชันความสัมพันธ์ที่ไม่อยู่ในรูปเส้นตรง

1.4 วิธีบ็อกซ์และเจกิ้นส์ (Box-Jenkins Methodology or ARMA Model) วิธีบ็อกซ์และเจกิ้นส์เป็นกระบวนการที่ใช้วิธีการทาง Autoregressive และ Moving Average เพื่อการพยากรณ์ข้อมูล โดยการกำหนดค่าแบบเหมาะสมกับชุดของข้อมูล และดำเนินการทดสอบความแม่นยำของค่าแบบนั้น

วิธีนี้มีคือที่ว่าไม่มีการกำหนดรูปแบบของตัวแบบขึ้นก่อน แต่รูปแบบของตัวแบบจะถูกกำหนดขึ้นจากขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองและเนื่องจากวิธีบ็อกซ์และเจกิ้นส์ต้องอาศัยคุณสมบัติการไม่เปลี่ยนแปลงของกระบวนการเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ดังนั้นข้อมูลที่มีลักษณะ Stationary จึงเป็นสิ่งจำเป็น แต่ในทางปฏิบัติแล้วข้อมูลที่วิเคราะห์อาจจะเป็น Non-Stationary ก็ได้แต่ละต้อง Transform ข้อมูลให้มีคุณสมบัติเป็น Stationary วิธีหนึ่งที่ทำได้โดยการทำ Differencing ที่ลำดับต่างๆ จนกว่าข้อมูลจะเป็น Stationary อย่างไรก็ตามก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของข้อมูล นั่นคือ ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก ค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองจึงจะแสดงลักษณะออกมาให้เห็นอย่างเด่นชัด จำนวนข้อมูลที่ควรใช้ควรน้อยกว่า 50 ข้อมูล และน่าจะให้อย่างน้อย 100 ข้อมูล จึงจะแสดงผลได้ดี

ขั้นตอนการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.4.1 ระบุค่าแบบตัวแบบขั้นต้น (Model Identification)

1.4.1.1 Postulate General Class of Models

หาข้อมูลให้เป็น Stationary โดยเริ่มตั้งแต่นำข้อมูลมาเขียนกราฟ ถ้าข้อมูลยังมีผลของแนวโน้มหรือฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง (Non-Stationary) จะต้องทำให้เป็น Stationary โดยวิธี Differencing และนำค่า Differencing ไปเขียนกราฟเพื่อดูว่าข้อมูลเป็น Stationary แล้วหรือไม่

การ Differencing

ข้อมูลเดิม ข้อมูลที่ได้จากการ Differencing ครั้งแรก

X_1	
X_2	$Z_2 = X_2 - X_1$
X_3	$Z_3 = X_3 - X_2$
X_4	$Z_4 = X_4 - X_3$
X_N	$Z_N = X_N - X_{N-1}$

นอกจากนี้ยังสามารถดูว่า Stationary หรือไม่ ได้จากการคำนวณค่าสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation) ซึ่งเราสามารถคำนวณและพิจารณาได้ดังนี้

ฟังก์ชันที่ไว้

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^N (Z_t - \bar{Z})^2}$$

โดยกำหนดให้

r_k = ค่าสหสัมพันธ์ในตัวเอง มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{t=1}^N Z_t}{N-k}$$

(กรณีเป็นข้อมูลดั้งเดิม $\bar{Z} = \bar{X}$)

Z_t = ค่าที่ Difference แล้ว ที่เวลา t (กรณีเป็นข้อมูลดั้งเดิม Z_t จะแทนด้วย X_t)

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

K = ระยะห่างของอนุกรมเวลาที่นำมาหาค่าสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Time Lags) มีค่าตั้งแต่ 1, 2, ... (แต่นิยมให้ $k < N/4$)

ถ้า r มีค่าเปลี่ยนแปลงเข้าใกล้ศูนย์อย่างรวดเร็ว (ตั้งแต่ k ที่ 3 หรือ 4) แสดงว่าข้อมูลเป็น Stationary แต่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงที่ละน้อยแสดงว่าเป็น Non-Stationary หรือดูจาก ค่าสัมบูรณ์ของค่าสหสัมพันธ์ในตัวเอง ที่แสดงค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับสองเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่หน่วยเวลานั้นๆ ซึ่งเขียนเป็นรูปสมการได้ว่า

$$|r_k| \leq 2 \sqrt{\frac{1}{N} (1 + 2 \sum_{i=1}^q r_i^2)}$$

ที่ $K < q$ (q = จำนวนครั้งที่ทำ Differencing) ก็สรุปได้ว่าค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองทางทฤษฎี (P_k) เท่ากับศูนย์ ถือว่าข้อมูล Stationary แล้ว และให้ใช้อนุกรมเวลา ดังกล่าว เป็นอนุกรมเวลาที่จะเลือกหัวแบบ หากข้อมูลยังแสดงลักษณะ Non-Stationary อยู่ให้ทำ Differencing ลำดับต่างๆ และตรวจสอบการเป็น Stationary ด้วยวิธีการข้างต้น

1.4.1.2 Identify Model to be Tentatively Entertained เป็นการกำหนดรูปแบบเบื้องต้น โดยรูปแบบอนุกรมเวลาสามารถจำแนกออกได้ 3 ประเภท คือ

(ก) ตัวแบบ Autoregressive (AR) มีลักษณะสำคัญคือ ค่าของตัวแปร y เวลาใดก็ตามจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าของตัวแปรนั้นในช่วงเวลาที่ผ่าน

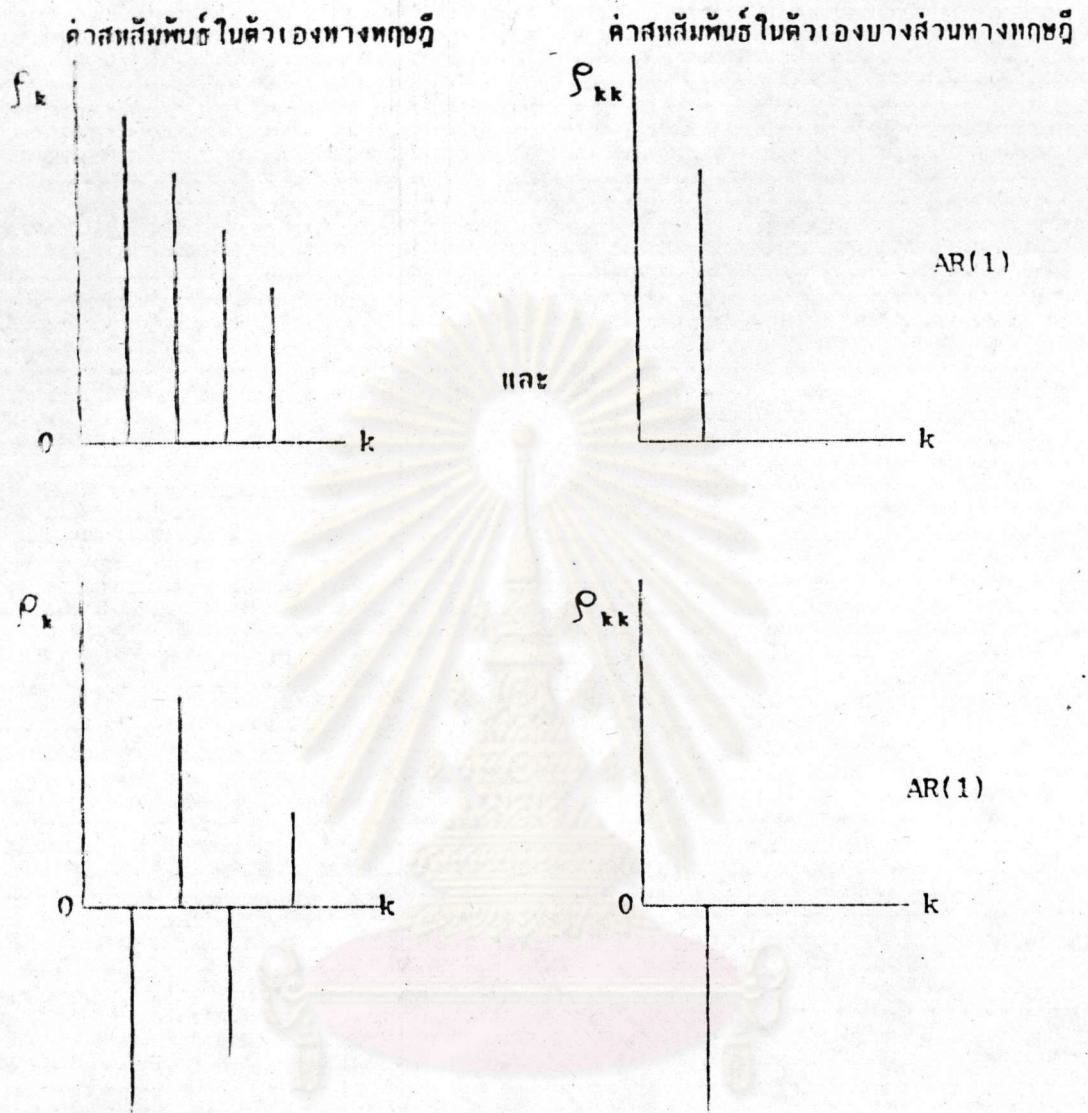
(ข) ตัวแบบ Moving Average (MA) มีลักษณะสำคัญคือ ค่าของตัวแปร y เวลาใดก็ตามจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับเทอมของความแปรปรวนสุ่ม (Disturbance Terms) ในช่วงเวลาที่ผ่าน

(ค) โมเดล Mixed Autoregressive Moving Average (ARMA)

จะมีลักษณะที่สำคัญร่วมกันของ 2 โมเดลข้างต้น กล่าวคือของตัวแปร y เวลาใดก็ตามมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าของตัวแปรนั้น และเทอมแปรปรวนสุ่มในช่วงเวลาที่ผ่านมาแล้ว

การพิจารณาว่าควรจะเป็นตัวแบบใด จะต้องดูจากค่าสหพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Coefficients) และค่าสหพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Coefficients) เนื่องจาก ให้นึกตามคิดว่า อนุกรมเวลาชุดใดซึ่งแสดงคุณสมบัติทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าแปรปรวน พังก์ชันสหพันธ์ในตัวเอง และฟังก์ชันสหพันธ์ในตัวเองบางส่วนเป็นต้น เหมือนกับคุณสมบัติของอนุกรมเวลาในตัวแบบทั้ง 3 ตัวแบบใดตัวแบบหนึ่ง ก็น่าที่จะเป็นตัวแบบนั้น มาอธิบายที่อนุกรมเวลาที่เราสนใจได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

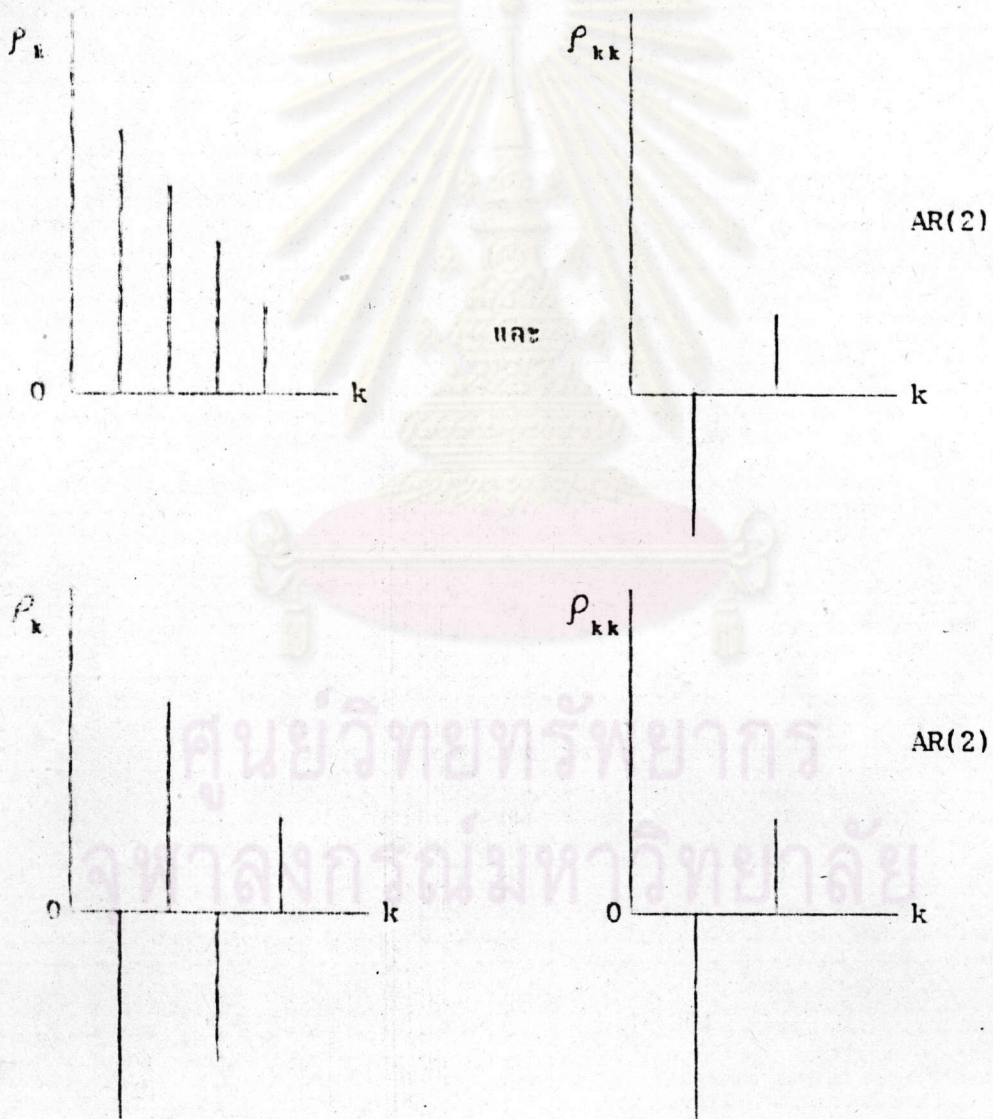


ภาพที่ ๖2 การเลือกตัวแบบที่เหมาะสมโดยการพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองทางทฤษฎี

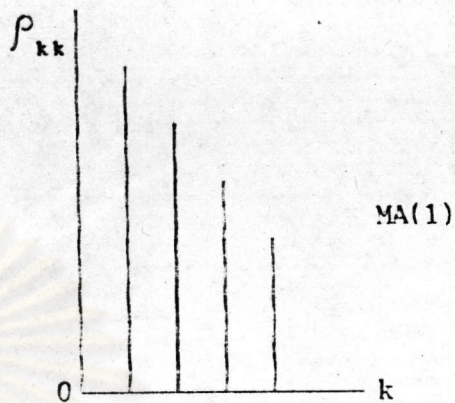
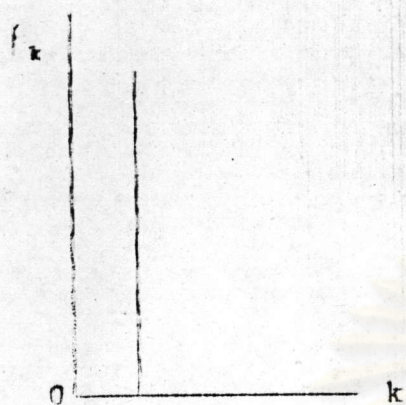
ค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนทางทฤษฎี



ภาพที่ 3.2 (ต่อ) การเลือกตัวแบบที่เหมาะสม โดยพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน

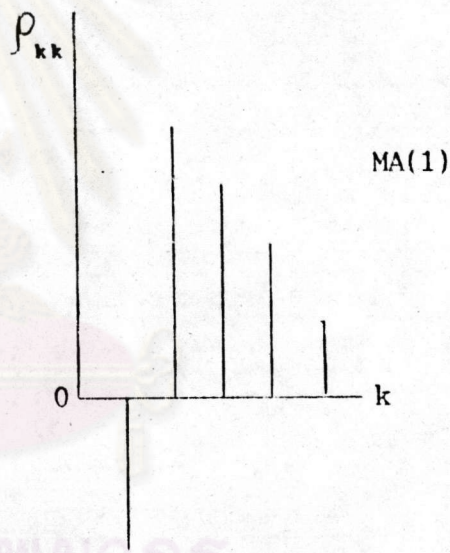
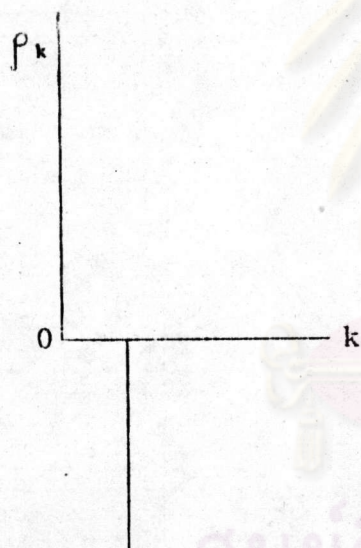
ค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองทางทฤษฎี

ค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนทางทฤษฎี



และ

MA(1)



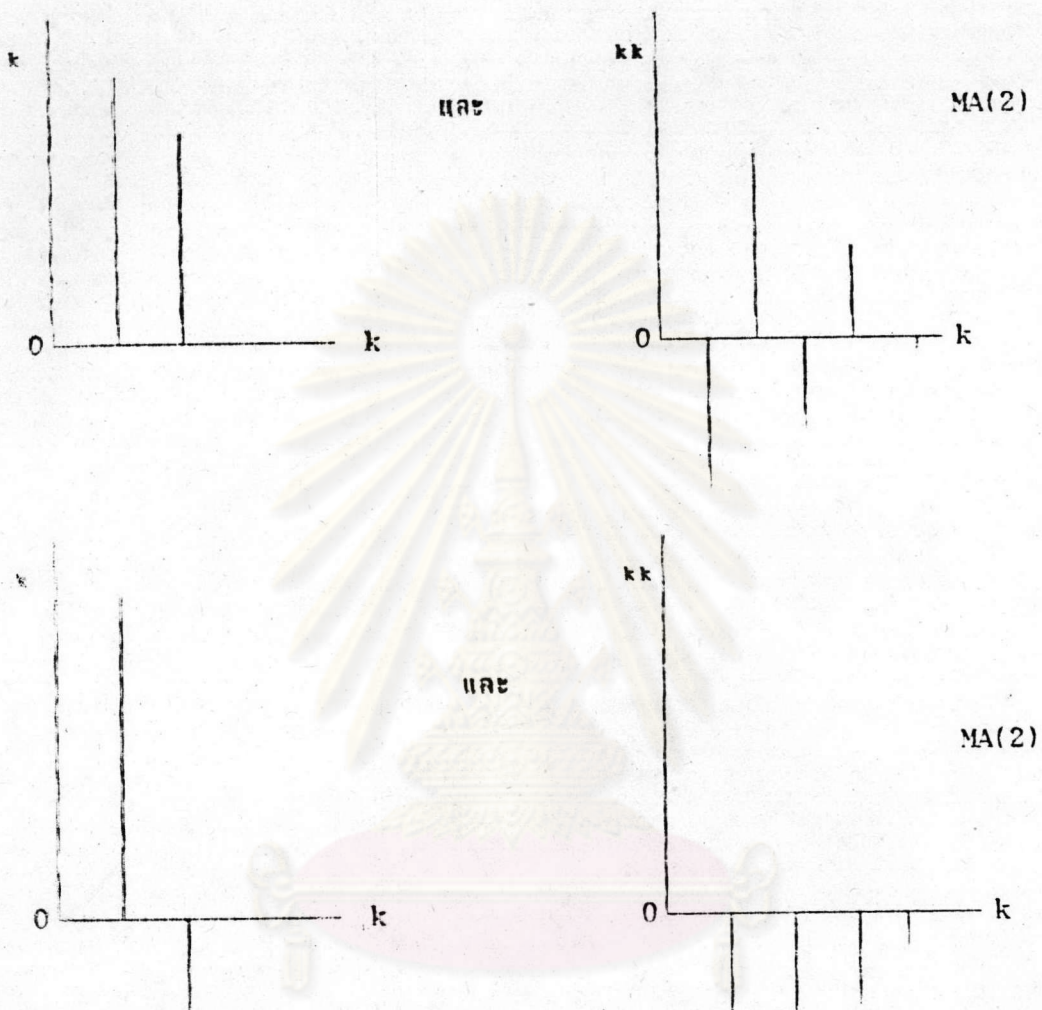
และ

MA(1)

ภาพที่ 4.2 (ต่อ) การเลือกตัวแบบที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ในตัวเอง แสดงค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน

ค่าสัมพัทธ์ในตัวเองทางทฤษฎี

ค่าสัมพัทธ์ในตัวเองบางส่วนทางทฤษฎี

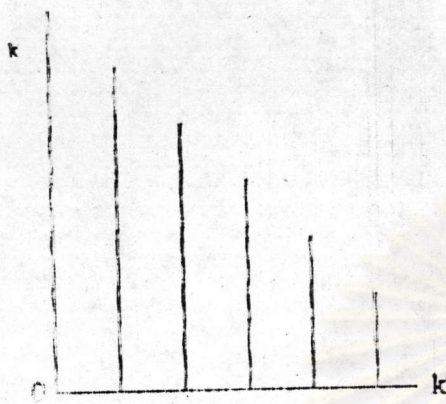


ภาพที่ ๑.๒: (ต่อ) การเลือกค่าแบบที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากค่าสัมพัทธ์ในตัวเอง และค่าสัมพัทธ์ในตัวเองบางส่วน

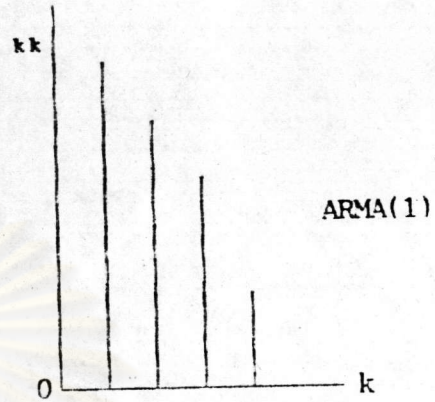
ศูนย์วิทยทรัพยากร

ค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองทางทฤษฎี

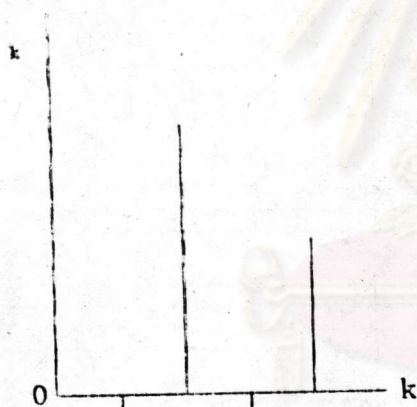
ค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนทางทฤษฎี



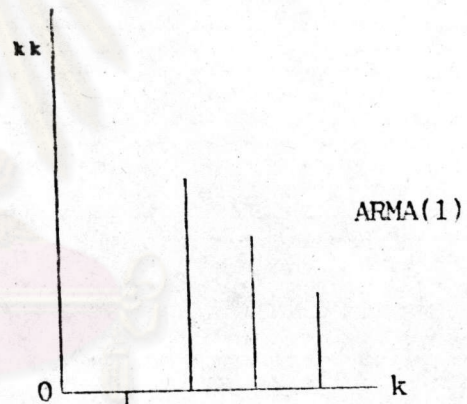
และ



ARMA(1)



และ



ARMA(1)

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3.2.(ต่อ) การเลือกตัวแบบที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ในตัวเอง และค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน

ตารางที่ 3.1 ลักษณะทางทฤษฎีของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองและฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของค่าแบบอนุกรมเวลา

ค่าแบบ	ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation)	ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation)
AR(n)	มีค่าค่อยๆ ลดลง 1/	มีค่าเป็นศูนย์หลังจากเวลา 2/
MA(m)	ค่าเป็นศูนย์หลังจากเวลา 2/	มีค่าค่อยๆ ลดลง 1/
ARMA(n,m)	มีค่าค่อยๆ ลดลง 1/	มีค่าค่อยๆ ลดลง 1/

- 1/ ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองหรือฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนมีค่าค่อยๆ ลดลง โดยอาจจะอยู่ในลักษณะเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential) เรขาคณิต (Geometric) ในหลายๆ ช่วงเวลา และมีค่าแตกต่างจากศูนย์
- 2/ ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองหรือฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนจะมีค่าแตกต่างจากศูนย์อยู่ n หรือ m หน่วยเวลา หลังจากนั้นจะมีค่าเป็นศูนย์หมด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการพิจารณาเลือกตัวแบบ จะยึดถือทฤษฎีตามตารางที่แสดงไว้ โดยเลือกตัวแบบที่มีลักษณะฟังก์ชันทั้งสองสัมพันธ์ในตัวเองและสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนคล้ายคลึงกับลักษณะฟังก์ชันทั้งสองของอนุกรมเวลาชนิดนั้น สำหรับในการตีพิมพ์ตัวแบบให้เลือกหลายรูปแบบจะเลือกตัวแบบที่มีการใช้พารามิเตอร์น้อยจำนวนที่สุดก่อน

1.4.2 การประมาณค่าตัวแบบ และทดสอบความแม่นยำ (Model Estimation and Test of Model's Adequacy)

1.4.2.1 คำนวณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบอนุกรมเวลา (Estimate Parameters in Tentative Entertained Model)

เมื่อเลือกตัวแบบได้แล้วจะต้องคำนวณค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดของตัวแบบนั้นโดยกระบวนการทางสถิติ เพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด

ตัวแบบ First Order Autoregressive, AR (1)

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + e_t$$

ตัวแบบ Second Order Autoregressive, AR (2)

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + e_t$$

ตัวแบบ Autoregressive of Order n, AR (n)

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_n X_{t-n} + e_t$$

ตัวแบบ First Order Moving Average, MA (1)

$$X_t = e_t - \theta_1 e_{t-1}$$

ตัวแบบ Second Order Moving Average, MA (2)

$$X_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2}$$

ตัวแบบ Moving Average of Order m, MA (m)

$$X_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_m e_{t-m}$$

ตัวแบบ MIX Autoregressive Moving Average, ARMA (1,1)

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1}$$

ตัวแบบ ARMA (2,1)

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + e_t - \theta_1 e_{t-1}$$

ตัวแบบ ARMA (2,2)

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2}$$

ตัวแบบ ARMA (n,m)

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_n X_{t-n} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_m e_{t-m}$$

- โดย X_t = ค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงที่ เวลา t
 $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n$ = ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการคำนวณ
 $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m$ = ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการคำนวณ
 e_t = เทอมแปรปรวนสุ่มที่เวลา t โดย
 $e_t = X_t - F_t$

โดยปกติมักจะพิจารณาว่าไม่เกินระดับ $n=2$, $m=2$ เนื่องจากในทางปฏิบัติจริงๆ จะทำ Differencing ไม่เกิน 2 ครั้ง นอกกรณีเวลาไม่คงที่จะเป็นชนิดคงที่ได้

1.4.2.2 การตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ

(Diagnostic Checking)

หลังจากเลือกตัวแบบอนุกรมเวลาและค่าพารามิเตอร์แล้วจะต้องตรวจสอบว่า ตัวแบบที่เลือกมานั้นเป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนั้นๆ จริงหรือไม่ การตรวจสอบนั้นจะพิจารณาจากเทอมแปรปรวนสุ่มที่คำนวณได้จากตัวแบบนั้น หรือ $e_t; t=1,2,3, \dots$

และจะเป็นค่าโดยประมาณของเทอมแปรปรวนสุ่มของตัวแบบที่แท้จริง เนื่องจาก $e_t; t=1,2,3, \dots$ อยู่ภายใต้ข้อสมมติฐานที่ว่าเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นถ้า $e_t; t=1,2,3, \dots$ มีความเป็นอิสระแล้ว ตัวแบบที่เลือกมาก็จะเป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนั้นๆ มิฉะนั้นแล้วจะต้องกลับไปยังขั้นตอน 4.1.2 เพื่อพิจารณาเลือกตัวแบบอื่นๆ ที่เหมาะสมกว่าต่อไป

การตรวจสอบค่า $C_1; 1, 2, 3, \dots$ มีความเป็นอิสระหรือไม่พิจารณาได้จาก
การใช้ Box-Pierce Chi-Square (χ^2) test

$$Q = (N-q) \sum_{t=1}^k r_t^2(e_t)$$

โดยถ้า $Q < \chi^2_{.95}(k-p)$ แสดงว่า $e_t; t=1, 2, 3, \dots, N$ มีความเป็นอิสระ
ต่อกัน

k = จำนวน Time Lag

p = จำนวนพารามิเตอร์ในโมเดลทั้งหมด

q = จำนวนครั้งที่ทำการทำ Differencing

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.4.3 การนำตัวแบบไปพยากรณ์ (Use Model for Forecasting) เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้วก็สามารถนำตัวแบบนั้น ไปพยากรณ์ได้ แต่ยิ่ง
พยากรณ์ไกลออกไปเท่าใด ความแม่นยำก็จะลดลงมากเท่านั้น เนื่องจากค่าพยากรณ์ที่ได้จะ
อาศัยสาระจากข้อมูลจริงน้อยลง

2. เทคนิคที่ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Causal Model) เทคนิคที่ใช้
ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปมาทำเป็นตัวแบบที่มีรูปแบบเชิงเหตุผล
(Causal Model) ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Model) ตัวแบบเชิง
เศรษฐมิติ (Econometric Model) เป็นต้น

2.1 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอย (Correlation and Regression)

2.1.1 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์เป็นการศึกษาระดับความสัมพันธ์ของ
ตัวแปรแต่ละคู่โดยไม่สนใจว่าตัวแปรไหนเป็นเหตุ ตัวแปรไหนเป็นผล เพื่อจะเปรียบเทียบ
ตัวแปรแต่ละคู่ว่ามีระดับความสัมพันธ์สูงหรือต่ำกว่ากันเท่าใด โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์
สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient)

ฟังก์ชันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใช้

$$r_{xy} = \frac{\sum (x - \bar{x}) \sum (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

โดยกำหนดให้

- X และ Y = ตัวแปรที่จะนำมาศึกษาความสัมพันธ์
- \bar{X} และ \bar{Y} = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรดังกล่าว
- N = จำนวนค่าสำรวจ
- r_{xy} = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่า $-1 \leq r_{xy} \leq 1$

หัดของตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นบวก แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวกทั้งมีค่ามากยังมีความสัมพันธ์กันมาก ในทางตรงข้ามหากมีค่าเป็นลบ แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันในทางลบ แต่ถ้าแสดงค่าเป็น 0 แสดงว่าตัวแปรทั้ง 2 ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกับเลข

2.1.2 การวิเคราะห์การถดถอย เป็นเทคนิคที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ต้องขึ้นอยู่กับตัวแปรอื่น หรือเรียกว่าตัวแปรตาม (Dependent Variable) กับตัวแปรอิสระ (Independent Variable) โดยใช้รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ชนิด ในรูปของสมการเชิงเส้นตรง และใช้วิธีการของการหาค่ากำลังสองต่ำสุด (Least-Square Method) ในการคำนวณหาความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์การถดถอยนี้ จะทำให้เราทราบว่าตัวแปรทั้ง 2 ชนิด สัมพันธ์กันในลักษณะอย่างไร เช่น ต้องการพยากรณ์ยอดขายก็พิจารณาว่ายอดขายสัมพันธ์กับตัวแปรอะไรบ้าง ซึ่งอาจเป็นข้อมูลภาวะเศรษฐกิจ คู่แข่งขัน และข้อมูลในองค์การ และใช้วิธีกำลังสองต่ำสุดคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างยอดขายกับตัวแปรว่ามีหรือไม่มีและคิดค่าไหน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.2.1 รูปแบบสมการถ้อย่างง่ายหรือตัวแปรอิสระตัวเดียว

(Simple regression)

$Y = a + bx_1 + u$ (วิธีการจะคล้ายกับที่แสดงไว้ในกา

วิเคราะห์แนวโน้มเพียงแต่เปลี่ยนจากตัวแปร t เป็นตัวแปร x เท่านั้น)

2.1.2.2 รูปแบบสมการถ้อยกหลายตัว

(Multiple regression)

$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + u$ โดย

$a, b_1, b_2, \dots, b_n =$ Regression Coefficients

$x_1, x_2, \dots, x_n =$ ตัวแปรอิสระต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

$Y_i =$ ตัวแปรตามที่ประมาณขึ้นจากสมการ

วิธีการที่จะเริ่มที่เลือกกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระต่างๆ กับตัวแปรตามก่อนเพื่อค้นหาสัมพันธ์กันในลักษณะใด หากกราฟแสดงความสัมพันธ์ในลักษณะที่ไม่ใช่เส้นตรงต้องทำการ Transform ก่อน ตามขั้นตอนในเรื่องของ Trend Analysis แล้วจึงดำเนินการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้ามาในระบบ การเลือกตัวแปรดังกล่าวมีเทคนิคในการเลือกเข้ามาในระบบ 4 วิธีคือ

- All Possible Regression เป็นการตั้งสมมติฐานว่าตัวแปรอิสระทุกตัวที่มีความสัมพันธ์กับค่าพยากรณ์และทดลองสร้างสมการทุกสมการที่จะมีได้สำหรับตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีให้เลือกตั้งแต่ตัวแปรอิสระ 1 ตัว จนถึงมีครบทุกตัว และพิจารณาค่า F-Test และค่า R^2 โดยเลือกชุดที่ให้ค่าเหมาะสมที่สุด

- Backward Elimination Regression เป็นการตั้งสมมติฐานเริ่มต้นว่าทุกตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับค่าพยากรณ์แล้วค่อยๆ ตัดตัวแปรอิสระที่ไม่มีความสัมพันธ์ หรือมีความสัมพันธ์น้อยมากออกไป โดยพิจารณาจากค่า F-Test T-Test และ R^2

- Foreward Selection Regression เป็นการตั้งสมมติฐานเริ่มต้นว่าตัวแปรอิสระตัวที่ 1 มีความสัมพันธ์กับค่าพยากรณ์ แล้วทำการตรวจสอบค่า F-Test T-Test และ R^2 และดำเนินการนำตัวแปรที่ 2, 3, ... ไปเรื่อยๆ นำเข้าสมการพร้อมกับพิจารณา F-Test, T-Test และ R^2 จนกว่าตัวที่จะเข้าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจะหยุด

- Stepwise Regression เป็นการตั้งสมมติฐานเริ่มต้นว่าตัวแปรอิสระที่ให้ค่าสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุดมีความสัมพันธ์เป็นอันดับแรก แล้วทดสอบ F-Test, T-Test และ R^2 และดำเนินการในลักษณะเดียวกันในการนำตัวแปรที่เหลือเข้าสมการต่อไป ขณะเดียวกันก็ยังมีตรวจสอบค่า F-Test, T-Test และ R^2 ที่ยอมรับว่ามีนัยสำคัญไปแล้วด้วย

และสามารถตัดตัวแปรที่ออกจากสมการได้ หากปรากฏว่าตัวแปรนั้นไม่มีนัยสำคัญร่วมกับตัวแปรที่เข้ามาใหม่ ทั้งนี้เนื่องจากความสัมพันธ์ต่อกันของตัวแปรอิสระทั้งสองมีมาก (Multi-collinearity)

ในกรณีสมการถดถอยที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว การนำตัวแปรทั้งหมดเข้ามาในระบบอาจสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก เราจึงพิจารณาหาเพียงตัวแปรที่สำคัญบางตัวเข้ามาในระบบเท่านั้น วิธีการ 3 วิธีหลัง จะเลือกประโชชน์ในเรื่องนี้

F-Test ใช้สำหรับพิจารณาว่าตัวแปรอิสระทุกตัวที่เข้ามาในสมการมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามจริงหรือไม่ หาก F-Test ที่ได้มีค่ามากกว่าค่า F จากตารางที่ Degree of Freedom (k, n-k-1) ระดับนัยสำคัญตามต้องการแล้ว แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันจริง

$$F = \frac{\sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2}{k} / \frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{n-k-1}$$

t-Test ใช้สำหรับพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระและค่าคงที่ที่เข้ามาในสมการว่ามีนัยสำคัญหรือไม่ โดยถ้าค่า t ที่หาได้มากกว่า t จากตารางที่ Degree of Freedom (n-k-1) ระดับนัยสำคัญตามต้องการ แสดงว่าสัมประสิทธิ์และค่าคงที่นั้นมีนัยสำคัญหรือจะแสดงไว้ในสมการได้ หากมีค่าน้อยกว่า เราสามารถตัดตัวแปรอิสระนั้นออกไป ในทางปฏิบัติถ้าค่า t ที่ได้มีค่ามากกว่า 2 เราถือว่าตัวแปรนั้นมีนัยสำคัญเพียงพอ

R² ใช้สำหรับพิจารณาความเหมาะสมของสมการ ถ้า R² มีค่ามากก็แสดงว่าสมการนั้นมีความเหมาะสมสูง ค่า R² ยังให้ข้อให้ทราบถึงการที่ตัวแปรอิสระมี Multicollinearity กับตัวแปรอิสระเดิม การเพิ่มตัวแปรดังกล่าวจะไม่ช่วยให้ค่าพยากรณ์ดีขึ้น

$$R^2 = \frac{\sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2}$$

สำหรับงานวิจัยนี้จะเลือกใช้วิธี Stepwise Regression โดยเริ่มขั้นตอนปฏิบัติ

ดังนี้

ก. คำนวณหา Simple Correlation Matrix ซึ่งเป็น Matrix ที่แสดงค่าสัมพันธ (r) ระหว่างตัวแปรทุกคู่ที่ละคู่ (ทั้งตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม) เลือกตัวแปรอิสระที่มีค่า r กับตัวแปรตามสูงสุด เข้าสมการเป็นตัวแรกทดสอบค่า F-Test กับค่า F จากตารางห้องศออิสระ (k, n-k-1) ระดับนัยสำคัญ 95% โดย K=จำนวนตัวแปรอิสระในสมการ และ n=จำนวนข้อมูลทั้งหมด ถ้าค่าที่ได้มากกว่าค่าในตารางแสดงว่าตัวแปรอิสระนั้นมีนัยสำคัญพอที่จะอยู่ในสมการ

ข. นำตัวแปรอิสระตัวที่สองเข้ามาในสมการ โดยพิจารณาจากค่า r เช่นเดียวกับในข้อหนึ่ง แต่มีข้อพึงระวัง ถ้ายำตัวแปรอิสระที่มีค่า r กับตัวแปรอิสระในสมการเดิมสูงเข้าสมการเนื่องจากตัวแปรอิสระทั้งสองมี Multi-Collinearity ค่อกัน การนำตัวแปรอิสระทั้งสองเข้าสมการพร้อมกันจะไม่ทำให้ค่า R² ดีขึ้นมากแต่อย่างใด ในทางตรงกันข้ามอาจจะทำให้สมการแสดงค่าที่เลวลงเป็นอย่างมากได้ ดังนั้น หากเกิดกรณีเช่นนี้จึงควรนำตัวแปรอิสระตัวแรกเข้าสมการเพียงตัวเดียว จากนั้นทำการทดสอบค่า F-Test เช่นเดียวกับข้อหนึ่ง หาก F-Test ให้ค่าที่พอใจก็ค่าเบี่ยงการทดสอบ T-Test ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวและของค่าคงที่เทียบกับค่า t จากตารางห้องศออิสระ (n-k-1) ระดับนัยสำคัญ 95% ถ้าค่า T-Test ของตัวแปรใดได้มากกว่าในตาราง แสดงว่าตัวแปรนั้นเหมาะสมที่จะอยู่ในสมการต่อไป หากตัวแปรใดได้ค่าที่ต่ำกว่าก็ควรตัดตัวแปรนั้นออกจากสมการ เมื่อได้สมการที่เหมาะสมแล้วให้สังเกตค่า R² ถ้า R² แสดงค่าที่สูงกว่าในสมการแรก แสดงว่าสมการนี้เหมาะสมกว่า

ค. ค่าเน้นการนำตัวแปรอิสระอื่นๆ เข้าสมการและทำการทดสอบ F-Test, T-test และ R² เช่นเดียวกับในทั้งสอง จะหยุดต่อเมื่อ F-Test ไม่ให้นัยสำคัญทางสถิติเพียงพอหรือค่า R² ที่ได้เบี่ยงแปลงเพิ่มขึ้นในปริมาณที่น้อยมาก

2.2 แบบจำลองทางเศรษฐมิติ (Econometrics model) แบบจำลองทางเศรษฐมิติประกอบด้วยสมการถดถอยหลายๆ สมการและใช้เทคนิคการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรโดยพิจารณาพร้อมกันทั้งระบบ การพยากรณ์โดยวิธีนี้เป็นการศึกษาพยากรณ์โดยใช้หลักสถิติร่วมกับหลักเศรษฐศาสตร์ และต้องให้คอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร

การพยากรณ์โดยใช้เทคนิคเศรษฐมิติจะเริ่มด้วยการเขียนสูตรของตัวแบบ (Model) ซึ่งประกอบด้วยสมการและสูตรทางคณิตศาสตร์จำนวนมาก แต่ละสมการจะเขียนขึ้นโดยใช้หลักเศรษฐศาสตร์และหลักสถิติเข้าช่วย สมการเหล่านี้จะมีตัวแปรได้ต่างๆ ปะปน

กันอยู่ 2 วิชา คือตัวแปรภายใน (Endogenous Variables) ซึ่งจะมีจำนวนเท่ากับ จำนวนสมการที่มีอยู่ทั้งหมด ส่วนอีกพวกหนึ่งคือตัวแปรภายนอก (Exogenous Variables) สมการแต่ละสมการจะขึ้นอยู่กับตัวแปรภายใน สมการหนึ่งอาจเป็นตัวแปรภายนอกของอีก สมการหนึ่ง นักทฤษฎีจะต้องทำการทฤษฎีตัวแปรภายนอกต่างหากแล้วจึงจะนำค่าที่ได้ มาใช้ เมื่อนำค่าตัวแปรภายนอกที่ทฤษฎีขึ้นมาไปแทนค่าในสมการต่างๆ ก็จะสามารถ คำนวณแก้สมการเพื่อหาค่าตัวแปรภายในได้

ฟังก์ชันที่ใช้

$$Y_{1i} Y_i(t) + \dots + Y_{n-1} Y_{n-1}(t) + \beta_{1i} X_1(t) + \dots + \beta_{ki} X_k(t) + U_i(t) = 0$$

$$\begin{matrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{matrix}$$

$$Y_i = Y_i(t) + \dots + Y_{n-1} Y_{n-1}(t) + \beta_{1i} X_1(t) + \dots + \beta_{ki} X_k(t) + U_i(t) = 0$$

โดยกำหนดให้

$Y_n(t)$ = ตัวแปรร่วม (Jointly Dependent Variable)

$X_k(t)$ = ตัวแปรกำหนด (Predetermined Variable)

$\gamma_{...}, \beta_{...}$ = สัมประสิทธิ์ของตัวแปร (Coefficient)

$U_i(t)$ = ค่าความคลาดเคลื่อน (Unobserved Disturbance)

ภาคผนวก ๑

จำนวนประชากรและมารวมผลิตภัณฑ์ประชาชาติ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑.๑ จำนวนประชากรของประเทศต่างๆ

หน่วย: ล้านคน

ประเทศ	2511	2512	2513	2514	2515	2516	2517	2518	2519	2520	2521	2522	2523	2524	2525	2526	2527	2528	2529
สหรัฐอเมริกา	200.71	202.68	204.88	207.05	208.84	210.93	213.85	215.97	218.04	220.24	222.59	225.06	227.74	230.04	232.35	234.54	236.68	238.90	241.00
จีน	101.97	103.18	104.40	105.69	107.06	108.43	110.16	111.57	112.77	113.87	114.91	115.89	116.81	117.65	118.45	119.26	120.02	120.80	121.50
สหประชาชาติ	60.17	60.84	61.56	61.28	61.29	61.30	62.04	61.83	61.51	61.40	61.31	61.34	61.56	61.67	61.64	61.42	61.18	61.00	60.70
อินเดีย	52.75	53.17	53.67	54.08	54.49	54.90	55.41	55.44	55.70	55.93	56.13	56.29	56.42	56.50	56.64	56.84	56.98	57.40	57.20
สหราชอาณาจักร	55.28	55.53	55.73	55.92	56.12	56.33	55.92	55.90	56.21	56.18	56.17	56.23	56.31	56.35	56.34	56.38	56.50	56.40	56.60
ฝรั่งเศส	49.91	50.32	50.78	51.25	51.72	52.19	52.49	52.79	52.91	53.15	53.38	53.61	53.88	54.18	54.48	54.73	54.95	55.00	55.40
แคนาดา	20.73	21.03	21.32	21.60	21.85	22.13	22.40	22.70	22.99	23.27	23.52	23.75	24.04	23.34	24.63	24.89	25.13	25.40	25.60
เนเธอร์แลนด์	12.73	12.87	13.03	13.19	13.33	13.49	13.54	13.65	13.77	13.85	13.94	14.03	14.14	14.25	14.31	14.36	14.42	14.50	14.50
ประเทศอื่นๆ	3,019.19	3,087.59	3,051.99	3,118.12	3,183.35	3,250.85	3,306.33	3,376.34	3,432.13	3,505.68	3,656.11	3,729.36	3,825.84	3,899.46	3,972.33	4,047.27	4,126.27	4,207.85	4,283.92
รวม	3,573.44	3,647.21	3,617.36	3,688.18	3,758.05	3,830.55	3,882.14	3,966.19	4,026.03	4,103.57	4,258.06	4,335.56	4,436.74	4,513.44	4,591.17	4,669.69	4,752.13	4,837.25	4,916.42

ที่มา : FAO.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑.๓ มูลค่ารวมผลิตภัณฑ์ประชาชาติ (GROSS DOMESTIC PRODUCT IN PURCHASER'VALUES).

หน่วย: 1,000 ล้านบาท

ปี	2511	2512	2513	2514	2515	2516	2517	2518	2519	2520	2521	2522	2523	2524	2525	2526	2527	2528	2529
ผลิตภัณฑ์มวลรวม	863.0	939.0	989.5	1,061.0	1,168.0	1,302.0	1,420.9	1,583.9	1,705.9	1,903.1	2,218.9	2,464.8	2,688.5	3,009.5	3,121.4	3,353.5	3,722.3	3,959.6	4,185.5
ผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคเกษตร	135.1	164.1	184.5	231.0	258.0	339.8	380.4	417.4	444.7	515.1	639.8	759.6	813.5	681.8	658.4	656.0	616.4	625.0	667.9
ผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคอุตสาหกรรม	102.8	110.4	123.0	145.2	147.7	168.2	193.7	235.3	224.3	250.3	321.9	416.9	534.4	513.7	482.2	455.5	426.7	454.5	467.1
บริการ	144.7	166.5	203.6	257.4	307.1	403.9	459.4	499.8	559.3	687.0	971.3	1,011.0	1,059.3	1,167.0	1,082.5	1,180.0	1,254.4	1,325.2	1,404.7
รัฐบาล	127.2	131.9	140.9	167.0	191.4	236.7	265.8	338.9	351.0	383.6	474.4	574.0	655.3	572.3	542.8	516.3	490.1	510.3	545.2
ภาคเอกชน	68.3	75.0	82.8	95.2	106.5	125.0	152.2	167.3	195.7	199.1	210.0	234.1	263.2	294.8	301.3	326.5	341.5	348.3	361.2
การค้า	75.3	82.6	100.6	106.2	118.6	135.7	170.2	192.0	188.2	215.4	261.9	325.2	395.5	353.3	347.9	355.4	350.1	358.7	372.7
เงินเฟ้อ	24.9	28.1	33.5	39.8	45.5	59.5	70.8	87.0	90.8	111.2	137.3	157.5	169.4	141.4	138.2	133.5	124.2	125.0	126.4
รวม 8 ปี	1,541.3	1,697.6	1,858.4	2,102.8	2,342.8	2,770.8	3,113.4	3,521.6	3,759.9	4,264.8	5,235.5	5,943.1	6,579.1	6,733.8	6,674.7	6,976.7	7,325.7	7,706.6	8,130.7

ปี : ๒๕๓๑

ศูนย์วิทยพัชกร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ประวัติผู้เขียน

นายเสกสรร บำหรัญ จบการศึกษามัธยมศึกษาปีที่สิบหัต จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เมื่อปีการศึกษา 2525 ปัจจุบันทำงานในตำแหน่งผู้ตรวจสอบผู้ช่วยฝ่ายกำกับและตรวจสอบ
ธนาคารพาณิชย์ ธนาคารแห่งประเทศไทย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย