บทที่ 3

การพยากรณ์และการวิเคราะห์ผล

3.1 การพยากรณ์และการวิเคราะห์ผล ของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าในเขตนครหลวง

3.1.1 การพยากรณ์โดย Trend Method

จะพยากรณ์จากเส้นแนวโน้มของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่าในเขตนครหลวง โดยอาศัยลักษณะการเพิ่มขึ้นของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่าในช่วงเวลาที่ผ่านมาเป็นแนวในการคิดคำนวณตามต้องการในอนาคตเป็นระยะ 10 ปีข้างหน้า ทั้งนี้ไม่คำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆที่เกี่ยวข้อง แต่จะขึ้นกับเวลาเพียงอย่างเดียว การพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่า โดย trend method นี้จะพยากรณ์ตามประเภทผู้เช่า ดังนี้

1) การพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่ารวมทุกประเภท เราจะพยากรณ์ในระยะเวลา 10 ปี จากสมการเส้นแนวโน้มของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่ารวมทุกประเภทที่ใช้หาค่าประมาณ ในบทที่ 2 ข้อ 2.1.1 ตอนที่ (1) คือสมการ second - degree polynomial

$$\hat{Y}_1 = 41.135506 - 7.017374\ X + 2.187578\ X^2$$

ค่าพยากรณ์ Y_1 แสดงไว้ในตารางที่ 3.1.1 เป็นระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ปี 2516 ถึงปี 2525

2) การพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทร้านค้า พยากรณ์จากสมการ second - degree polynomial

$$\hat{Y}_1 = 15.52192 - 1.38194\ X + .70564\ X^2$$

ซึ่งเป็นสมการในการหาค่าประมาณจากเส้นแนวโน้มของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่าประเภทร้านค้า เมื่อนำมาหาค่าพยากรณ์ตั้งแต่ปี 2516-2525 ก็กำหนดให้ค่า X เท่ากับ 9, 10,....เช่นนี้ไปเรื่อย ๆ แล้ว แทนค่าในสมการ จะได้ค่าพยากรณ์รายปีเป็นระยะเวลา 10 ปี

3) การพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทบ้านพัก พยากรณ์จากสมการเส้นแนวโน้มในการหาค่าประมาณของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่าประเภทบ้านพัก ที่แสดงไว้ในบทที่ 2 ข้อ 2.1.1 ตอนที่ (3) คือ

$$\hat{Z}_2 = 19.01376 - 5.78935\ X + 1.39119\ X^2$$

ซึ่งเป็น second - degree polynomial

4) การพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทพิเศษ จะทำการพยากรณ์เป็นรายปีเป็นระยะ 10 ปี คือตั้งแต่ปี 2516-2525 โดยใช้สมการ simple exponential

$$\hat{Z}_3 = (.8867)(1.132)^X$$

ซึ่งเป็นสมการที่ใช้หาค่าประมาณจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่าประเภทพิเศษ ตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 ข้อ 2.1.1 ตอน (4)

5) การพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทราชการ พยากรณ์จากสมการเส้นแนวโน้มของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่าประเภทราชการ ซึ่งใช้หาค่าประมาณได้ใกล้เคียงกับค่าจริงที่สุด ได้แก่

$$\hat{Z}_4 = 3.622983 + .202748\ X + .054148\ X^2$$

ซึ่งเป็น second - degree polynomial

6) การพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทสาธารณะ พยากรณ์เป็นรายปีจากสมการ second - degree polynomial

$$\hat{Z}_5 = .281535 - .032113\ X + .013045\ X^2$$

ซึ่งเป็นสมการในการหาค่าประมาณจากเส้นแนวโน้ม ของจำนวนเลขหมายที่มีผู้เช่าประเภทสาธารณะ

7) การพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทหรูหรา. คงใช้วิธีพยากรณ์เช่นเดียวกับวิธีหาค่าประมาณ คือพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่ารวม 5 ประเภท (Y_1') แล้วนำไปหักจากค่าพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่ารวมทุกประเภท (Y_1) แต่ละปีจากตารางที่ 3.1.1 ก็จะเป็นค่าพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทหรูหรา. สมการที่ใช้หาค่าพยากรณ์ Y'_1 คือ สมการที่ใช้หาค่าประมาณ Y_1' ในบทที่ 2 ข้อ 2.1.1 ตอนที่ (7) ได้แก่สมการ second - degree polynomial

$$\hat{Y}_1' = 40.81015 - 7.0127\ X + 2.1805876\ X^2$$

ค่าพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าแต่ละประเภท แสดงไว้ในตารางที่ 3.1.1 ดังนี้

ความหมายของ column ต่าง ๆ ในตารางที่ 3.1.1 คือ

X กำหนดขึ้นตามปี ต่อจากการประมาณในปี 2515 $X = 8$ ดังนั้น ปี 2516 $X = 9, \ldots$ ไปเรื่อย ๆ

Y_1 ค่าพยากรณ์รายปีของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่ารวมทุกประเภท

Z_1 ค่าพยากรณ์รายปีของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทร้านค้า

Z_2 ค่าพยากรณ์รายปีของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทบ้านพัก

Z_3 ค่าพยากรณ์รายปีของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทพิเศษ

Z_4 ค่าพยากรณ์รายปีของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทราชการ

Z_5 ค่าพยากรณ์รายปีของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทสาธารณะ

Z_6 ค่าพยากรณ์รายปีของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทหรูหรา.

ตารางที่ 3.1.1

แสดงค่าพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าแต่ละประเภทตั้งแต่ปี 2516 - 2525

(พันเลขหมาย)

ปี	X	Y_1	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
2516	9	155.173	60.241	79.596	2.714	9.834	1.049	.850
2517	10	189.720	72.267	100.239	3.074	11.065	1.265	.978
2518	11	228.641	85.703	123.665	3.481	12.405	1.507	1.119
2519	12	271.938	100.551	149.873	3.942	13.853	1.775	1.276
2520	13	319.610	116.810	178.863	4.464	15.410	2.069	1.446
2521	14	371.658	134.480	210.636	5.055	17.074	2.389	1.630
2522	15	428.080	153.562	245.191	5.723	18.848	2.740	1.828
2523	16	488.877	174.055	282.529	6.482	20.729	3.107	2.040
2524	17	554.050	195.959	322.649	7.340	22.719	3.506	2.266
2525	18	623.598	219.274	365.551	8.312	24.816	3.930	2.506

จากตารางที่ 3.1.1 นี้ ปรากฏว่าค่าพยากรณ์ $Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6$ ไม่เท่ากับค่าพยากรณ์ Y_1 ดังนั้นเราจะปรับตัวเลขค่าพยากรณ์แต่ละประเภท ให้เท่ากับค่าพยากรณ์รวมทุกประเภท โดยการทำ correction factor ทั้งนี้เราจะยกเว้นไม่ปรับค่าพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่ผู้ต้องการเช่าประเภท ทศท. เพราะค่าพยากรณ์นี้เราคำนวณจากผลต่างของค่าพยากรณ์รวมทุกประเภท กับค่าพยากรณ์รวม 5 ประเภท หมายความว่า ค่าพยากรณ์ประเภททศท.นี้ขึ้นกับค่าพยากรณ์รวมทุกประเภทอยู่แล้ว ดังนั้นเราจะหาค่า correction factors ของค่าพยากรณ์ 5 ประเภทเท่านั้น ดังตารางที่ 3.1.2 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1.2

แสดง correction factors ของค่าพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่า

ปี	Y_i''	Y_1''	C
2516	153.434	154.323	1.00579
2517	187.910	188.742	1.00442
2518	226.761	227.522	1.003356
2519	269.994	270.662	1.002474
2520	317.616	318.164	1.001725
2521	369.634	370.028	1.001066
2522	426.064	426.252	1.000441
2523	486.902	486.837	.999867
2524	552.173	551.784	.999296
2525	621.883	621.092	.998728

Y_1'' = ผลรวมของค่าพยากรณ์แต่ละประเภท คือ Z_i : $i = 1,2,\ldots,5$

Y_1' ค่าพยากรณ์ของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ รวม 5 ประเภท ซึ่งพยากรณ์จาก

$$Y_1' = 40.81015 - 7.0127\ X + 2.1805876\ X^2$$

C = correction factors

นำค่า C จากตารางที่ 3.1.2 คูณกับค่าพยากรณ์ของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าแต่ละประเภทในตารางที่ 3.1.1 ก็จะได้ค่าพยากรณ์ใหม่ที่ปรับโดย correction factors ตามตารางที่ 3.1.3 ดังนั้น ผลรวมของค่าพยากรณ์แต่ละประเภทจะเท่ากับค่าพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่ารวมทุกประเภท

ตารางที่ 3.1.3

แสดงค่าพยากรณ์ใหม่ของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่ผู้ต้องการเช่า 5 ประเภท โดยวิธี correction factors

(พันเลขหมาย)

ปี	Z_1'	Z_2'	Z_3'	Z_4'	Z_5'	Z_6	Y_1
2516	60.590	80.057	2.730	9.891	1.055	.850	155.173
2517	72.586	100.683	3.088	11.114	1.271	.978	189.720
2518	85.991	124.080	3.492	12.447	1.512	1.119	228.641
2519	100.800	150.244	3.952	13.887	1.779	1.276	271.938
2520	117.011	179.171	4.472	15.437	2.073	1.446	319.610
2521	134.623	210.861	5.060	17.092	2.392	1.630	371.658
2522	153.630	245.299	5.725	18.856	2.742	1.828	428.080
2523	174.032	282.492	6.481	20.726	3.106	2.040	488.877
2524	195.821	322.421	7.335	22.703	3.504	2.266	554.050
2525	218.995	365.086	8.301	24.785	3.925	2.506	623.598

ความหมายของ column ต่าง ๆ ในตารางที่ 3.1.3 คือ

Z_1' = ค่าพยากรณ์ใหม่ของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทร้านค้า

Z_2' = ค่าพยากรณ์ใหม่ของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทบ้านพัก

Z_3' = ค่าพยากรณ์ใหม่ของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทพิเศษ

Z_4' = ค่าพยากรณ์ใหม่ของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทราชการ

Z_5' = ค่าพยากรณ์ใหม่ของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทสาธารณะ

Z_6 = ค่าพยากรณ์ของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภท ทศท. (จากตารางที่ 3.1.1)

Y_1 = $Z_1' + Z_2' + Z_3' + Z_4' + Z_5' + Z_6$ ซึ่งเท่ากับค่าพยากรณ์ Y_1 จากตารางที่ 3.1.1

3.1.2 <u>การพยากรณ์ โดย Multiple linear Regression Method</u>

จะพยากรณ์จาก regression function ของการหาค่าประมาณของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่ารวมทุกประเภท ที่ให้ best possible fit ระหว่างจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่ารวมทุกประเภท กับ explaining factcrs (คือ independent variables) ได้แก่

$$Y_1 = -157.15234 + 4.29610X_5 - .29184X_3 + 17.36565X_1 - 10.11832X_2$$

วิธีการพยากรณ์โดยโมเดลของ multiple linear regression เราจะต้องพยากรณ์หาค่าของ explaining factors X_i ก่อน แล้วแทนค่าลงในโมเดล จะได้ค่าพยากรณ์ของตัวแปรไม่อิสระ คือ Y_1 การพยากรณ์ X_i ในที่นี้ เราจะพยากรณ์โดยหาค่าอัตราการเพิ่มขึ้น (Growth rate) เฉลี่ยต่อปีของ X_i จะได้ค่าพยากรณ์ของ X_i และ Y_1 ตามตารางที่ 3.1.4 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1.4

แสดงค่าพยากรณ์ของ X_i และ Y_1

ปี	X_1 (หมื่น)	X_2 (พัน)	X_3 (พัน)	X_5 (พันล้าน)	Y_1 (พัน)
2516	42.70008	62.2466	125.956	51.2074	174.523
2517	44.50800	65.9813	134.773	56.4964	190.852
2518	46.39271	69.9402	144.207	62.3313	208.591
2519	48.35747	74.1366	154.301	68.7685	27.905
2520	50.40569	78.5848	165.102	75.8702	248.975
2521	52.54092	83.2999	176.659	83.7048	272.004
2522	54.76687	88.2979	189.025	92.3482	297.221
2523	57.08741	93.5958	202.256	101.8834	324.877
2524	59.50656	99.2115	216.414	112.4027	355.257
2525	62.02851	105.1642	231.563	124.0076	388.677

X_1 เป็นจำนวนประชากรในเขตนครหลวง ซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 5 % ต่อปี

X_2 เป็นจำนวนบ้านในเขตนครหลวง จากตารางที่ 2.1.10 คำนวณหาอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อปี ได้ 6 % ก็พยากรณ์จำนวนบ้านตั้งแต่ปี 2516-2525 โดยให้เพิ่มขึ้น 6 % ต่อปี

X_3 เป็นจำนวนธุรกิจในเขตนครหลวง ซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 7 % ต่อปี ดังนั้นจำนวนธุรกิจในปี 2516-2525 จะเพิ่มขึ้นปีละ 7 %

เป็นความหนาแน่นการใช้โทรศัพท์ในเขตนครหลวง หมายถึง จำนวนเครื่องโทรศัพท์ ต่อประชากร 1,000 คน การพยากรณ์ X_5 ทำดังนี้ คือ หาอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อปีของจำนวนเครื่องโทรศัพท์ที่มีผู้เช่า แล้วใช้ค่าอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยพยากรณ์จำนวนเครื่องโทรศัพท์ที่มีผู้เช่าเป็นรายปี จากนี้ก็นำค่าพยากรณ์ของจำนวนประชากรในเขตนครหลวง X_1 หารค่าพยากรณ์จำนวนเครื่องโทรศัพท์ที่มีผู้เช่าแต่ละปี แล้วคูณด้วย 1,000 จะได้ค่าพยากรณ์ของความหนาแน่นการใช้โทรศัพท์

Y_1 เป็นค่าพยากรณ์ของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่ารวมทุกประเภท ซึ่งคำนวณจากโมเดล multiple linear regression โดยแทนค่าพยากรณ์ของ X_i ลงในโมเดล

3.1.3 <u>การวิเคราะห์ผลและการเปรียบเทียบ</u>

การประมาณและการพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่า โดย Trend Method เราจะสามารถหาค่าประมาณและค่าพยากรณ์ได้ทั้งรวมทุกประเภทและแยกประเภท ทั้งนี้ใช้ข้อมูลของจำนวนเลขหมายที่มีผู้เช่าในอดีตคำนวณหาเส้นแนวโน้มเพื่อใช้หาค่าประมาณและค่าพยากรณ์จากเส้นแนวโน้มนั้น โดยที่ข้อมูลนั้นขึ้นกับเวลาอย่างเดียว คือตัวแปรอิสระ (independent variable)X เป็นเวลาที่กำหนดตามปี

ดังนั้น การหาค่าประมาณหรือหาค่าพยากรณ์ของจำนวนเลขหมายที่มีผู้ต้องการเช่าของปีใดก็จะแทนค่า X ที่กำหนดขึ้นของปีนั้นลงในสมการ ด้วยวิธีการหาเส้นแนวโน้มนี้เรามิได้คำนึงถึงความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่า เพราะฉะนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่า จึงขึ้นกับอัตราการเพิ่มขึ้นของข้อมูลในอดีต

สำหรับค่าประมาณและค่าพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่า โดย multiple linear regression method จะคำนวณจาก regression function ที่ให้ best possible fit ระหว่างจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่า กับ explaining factors คือ

$$Y_I = -157.15234 + 4.29610X_5 - .29184X_3 + 17.36565X_1 - 10.11832X_2$$

วิธีนี้เราจะคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์ (relationship) กับจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่า โดยศึกษาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ว่ามีค่าสูงหรือไม่เพียงไร ($0 \leq r \leq 1$) ถ้ามีค่าสูงมากคือเกือบเท่ากับ 1 แสดงว่า ปัจจัย หรือตัวแปรอิสระ X_i ตัวนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างจริง ๆ ถ้ามีค่าต่ำแสดงว่า มีความสัมพันธ์กันบ้าง แต่อาจจะไม่สำคัญพอที่จะนำลงอยู่ในโมเดล ความสัมพันธ์กันนี้จะเป็นไปในทางเดียวกันกับจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่า ถ้าเครื่องหมาย r เป็น + แต่ถ้าเครื่องหมาย r เป็น - ความสัมพันธ์จะเป็นไปในทางตรงข้าม

จาก regression function จะคำนวณหาค่าประมาณและค่าพยากรณ์ของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่ารวมทุกประเภทแต่เพียงอย่างเดียว เนื่องจากข้อมูลตัวแปรอิสระ X_i ที่นำมาใช้ในการคำนวณเป็นข้อมูลรวมในเขตนครหลวง มิได้แยกตามประเภทผู้เช่า เช่น X_1 - จำนวนประชากรในเขตนครหลวง มิได้แยกเป็นสัดส่วนของประชากรที่อยู่ในวงการธุรกิจร้านค้า เป็นต้น ดังนั้นเราจึงใช้ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่ารวมทุกประเภท การที่นำข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนธุรกิจ จำนวนบ้าน เป็นตัวแปรอิสระใน regression function ก็เพราะว่าสัดส่วนเฉลี่ยของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่าประเภทร้านค้า และบ้านพัก

มีมากกว่าอีก 4 ประเภทรวมกันคือ 75.54 % และ 80.46 % ตามลำดับ ซึ่งจะดูได้จากกราฟภาพที่ 15 สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนกิจการที่จัดอยู่ในประเภทพิเศษ, จำนวนสถานที่ราชการ, จำนวนตู้สาธารณะ, จำนวนสถานที่ทศท. เหล่านี้จะมีอัตราการเพิ่มขึ้นน้อยมากด้วย ดังนั้นจึงตัดไปเป็น Residual

จากการเปรียบเทียบค่าประมาณของจำนวนเลขหมายที่มีผู้เช่ารวมทุกประเภท โดย trend method ในตารางที่ 2.1.2 กับโดย multiple regression method ในตารางที่ 2.1.16 จะเห็นว่า ค่าประมาณโดย multiple regression method ใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่าค่าประมาณโดย trend method เพราะค่า standard error of estimate น้อยกว่าด้วย ทั้งนี้เนื่องจากใน regression function ที่ใช้คำนวณหาค่าประมาณ มีตัวแปรอิสระ X_i ซึ่งมีความสัมพันธ์ (relationship) กับจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่ารวมทุกประเภท ดัง correlation matrix ในหน้า 45 และโดย Step-wise multiple regression method คือ นำค่า X_i เข้าในสมการ multiple regression ทีละตัวตามลำดับความสำคัญมากน้อย จึงทำให้ค่า standard error of estimate น้อยมาก แต่สำหรับค่าประมาณโดย trend method เป็นการประมาณโดยขึ้นกับเวลาอย่างเดียว ไม่มีปัจจัยอื่นมาช่วย explained จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่า ดังนั้นค่าประมาณโดย multiple regression method จึงใกล้เคียงมากกว่า ฉะนั้น เราควรเลือกใช้วิธี Step-wise multiple regression คำนวณหาค่าประมาณและค่าพยากรณ์ในอนาคต แต่ด้วยวิธีนี้ ค่าพยากรณ์ก็ขึ้นกับค่าพยากรณ์ของ explaining factors X_i ในที่นี้เราพยากรณ์ค่า X_i ด้วยอัตราการเพิ่มขึ้น (Growth rate) เฉลี่ย นั่นคือ เราสมมติให้สถานการณ์ในอนาคตเหมือนกับสถานการณ์ที่ผ่านมา ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของ X_i ในอนาคตจึงเพิ่มขึ้นในอัตราที่เท่ากันทุกปี แต่ความเป็นจริงแล้ว สถานการณ์ไม่ได้คงตัวเสมอไป มักจะมีวิกฤตกาลต่าง ๆ เกิดขึ้น ซึ่งถ้าปีใดมีวิกฤตกาลต่าง ๆ เกิดขึ้น ก็อาจจะทำให้ค่าพยากรณ์ไม่ถูกต้องเท่าที่ควร หรือถ้ามีการเปลี่ยนแปลงในค่าตัวแปรอิสระอย่างมาก ก็จะทำให้ค่าพยากรณ์ไม่ถูกต้องด้วยก็ได้

แต่สำหรับการหาค่าประมาณและค่าพยากรณ์โดย Trend method เราสามารถคำนวณหาได้ทั้งจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่ผู้ต้องการเช่ารวมทุกประเภทและแยกประเภท เพราะเราไม่ต้องใช้ explaining factors ที่เกี่ยวข้องกับแยกประเภท ดังนั้นวิธีนี้จึงง่ายต่อการคำนวณ และสามารถคำนวณได้ด้วยมือ ไม่ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ แม้ว่าค่าประมาณของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่ผู้ต้องการเช่า ใกล้เคียงกับค่าจริงน้อยกว่า multiple regression method แต่ก็เป็นค่าที่เชื่อถือได้ (จากการทดสอบสมมติฐานแล้วในบทที่ 2)

ดังนั้น สำหรับการหาค่าประมาณและหาค่าพยากรณ์ของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่ผู้ต้องการเช่ารวม**ทุกประเภท** ผู้เขียนมีความเห็นว่า ควรใช้วิธีการของ multiple **regression** เพราะให้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงมาก (ดูจากตาราง ที่ 2.1.11) ซึ่งถ้าไม่มีวิกฤตกาลเกิดขึ้นและอัตราการเพิ่มขึ้นของตัวแปรอิสระ X_i เป็นเช่นที่เราสมมตินั้น ค่าพยากรณ์ก็จะเป็นไปตามที่คำนวณไว้ สำหรับการหาค่าประมาณของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่ผู้ต้องการเช่าแยกประเภท แต่ละประเภทนั้น ควรใช้ trend method เพราะง่ายต่อการคำนวณ และเพราะไม่มีข้อมูล explaining factors ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับแต่ละประเภทนั้นด้วย

3.2 การพยากรณ์และการวิเคราะห์ผลของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ในเขตนครหลวง

3.2.1 การพยากรณ์โดย Trend Method

จากสมการเส้นแนวโน้มของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ ที่ใช้คำนวณหาค่าประมาณ เราจะนำมาหาค่าพยากรณ์จากเส้นแนวโน้มที่ goodness of fit กับข้อมูล ด้วยวิธีการของ extrapolation คือ เราจะต้องการหาค่าพยากรณ์ในปีใดก็เอาค่า X ในปีนั้นแทนค่าในสมการ จะได้ค่า Y ซึ่งเป็นจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ในปีนั้น ในที่นี้จะพยากรณ์เป็นระยะเวลา 10 ปี โดยพยากรณ์ตามประเภทผู้เช่า เช่นเดียวกับการพยากรณ์ในข้อ 3.1.1 ดังนี้

1) การพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์รวมทุกประเภท พยากรณ์จากสมการเส้นแนวโน้มของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ จากตอนที่ (1) ข้อ 2.2.1 เป็นรายปี ตั้งแต่ปี 2516-2525 ได้แก่

$$\hat{Y}_2 = 115.970038 - 5.972503X + 2.997342X^2$$

ซึ่งเป็น second - degree polynomial ค่าพยากรณ์ Y_2 แสดงไว้ในตารางที่ 3.2.1

2) การพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทร้านค้า พยากรณ์เป็นรายปี เป็นระยะ 10 ปี ตั้งแต่ปี 2516-2525 โดยใช้สมการ second - degree polynomial

$$\hat{U}_1 = 67.705109 - 1.742283X + 1.4408X^2$$

ซึ่งเป็นสมการที่ใช้คำนวณหาค่าประมาณจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทร้านค้า

3) การพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทบ้านพัก พยากรณ์จากสมการ second - degree polynomial

$$\hat{U}_2 = 20.416201 - 5.212448X + 1.303629X^2$$

ซึ่งเป็นสมการในการหาค่าประมาณจากเส้นแนวโน้มของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทบ้านพัก แล้วนำมาหาค่าพยากรณ์เป็นระยะเวลา 10 ปี

4) การพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทพิเศษ พยากรณ์จากสมการเส้นแนวโน้มของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทพิเศษ ที่ใช้ในการหาค่าประมาณ คือ

$$\hat{U}_3 = (3.892)(1.109)^X$$

ซึ่งเป็น simple exponential โดยพยากรณ์เป็นรายปี ตั้งแต่ปี 2516-2525

5) การพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทราชการ พยากรณ์เป็นระยะ 10 ปีเช่นกัน สมการที่ใช้หาค่าพยากรณ์ คือสมการเดียวกับที่ใช้ในการหาค่าประมาณจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทราชการ ได้แก่ สมการ second - degree polynomial

$$\hat{U}_4 = 17.216756 + .5813687X + .112681X^2$$

6) การพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทสาธารณะ พยากรณ์เป็นรายปีโดยใช้สมการ

$$\hat{U}_5 = 6.332966 - .324004X + .111713X^2$$

ซึ่งเป็น second - degree polynomial อีกเช่นกัน และเป็นสมการที่ให้ค่าประมาณใกล้เคียงกับค่าจริงที่สุด

7) การพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทศศ. ก็ใช้วิธีการเดียวกับการพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทศศ. เพราะจำนวนครั้งที่เรียกประเภทศศ. เกิดจากเลขหมายโทรศัพท์ประเภทศศ. วิธีการก็คือ พยากรณ์จากเส้นแนวโน้มของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์รวม 5 ประเภท ที่ใช้หาค่าประมาณ ($\hat{Y}'_2$)

$$\hat{Y}'_2 = 115.26535 - 6.24862X + 2.997539X^2$$

โดยแทนค่า X = 9, 10, ..., 18 จะได้ค่าพยากรณ์รายปี นำค่าพยากรณ์ที่ได้นี้ไปหักจากค่าพยากรณ์ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์รวมทุกประเภท จะเป็นค่าพยากรณ์ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทศศ.

ค่าพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์แต่ละประเภท แสดงไว้ในตารางที่ 3.2.1 ดังนี้

ความหมายของ column ต่าง ๆ ในตารางที่ 3.2.1 คือ

X	กำหนดขึ้นตามปี โดยปี 2516= 9, 2517 =10, ...ไปเรื่อย ๆ
Y_2	ค่าพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์รวมทุกประเภท
U_1	ค่าพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทร้านค้า
U_2	ค่าพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทบ้านพัก
U_3	ค่าพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทพิเศษ
U_4	ค่าพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทราชการ
U_5	ค่าพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทสาธารณะ
U_6	ค่าพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทศศ.

ตารางที่ 3.2.1

แสดงค่าพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์แต่ละประเภทตั้งแต่ปี 2516 - 2525

(ล้านครั้ง)

ปี	X	Y_2	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6
2516	9	305.002213	168.729362	79.098118	9.872	31.576235	12.465683	3.173670
2517	10	355.979208	194.362279	98.654621	10.95	34.298546	14.264226	3.446157
2518	11	412.950887	222.876796	120.818382	12.14	37.246216	16.286195	3.718137
2519	12	475.917250	254.272913	145.589401	13.46	40.419248	18.531590	3.989723
2520	13	544.878297	288.550630	172.967678	14.93	43.817642	21.000411	4.260915
2521	14	619.834028	325.709947	202.953213	16.55	47.441398	23.692658	4.531713
2522	15	700.784443	365.750864	235.546006	18.35	51.290516	26.608331	4.802117
2523	16	787.129542	408.673381	270.746057	20.35	55.364996	29.747430	4.472127
2524	17	880.669325	454.477498	308.553366	22.57	59.664838	33.109955	5.341743
2525	18	979.603792	503.163215	348.967933	25.03	64.190042	36.695906	5.610965

จะเห็นว่า จากตารางที่ 3.2.1 นี้ ค่าพยากรณ์ $U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5 + U_6$ ไม่เท่ากับค่าพยากรณ์ Y_2 ฉะนั้นจึงทำ correction factors เพื่อปรับค่าพยากรณ์แต่ละประเภทให้เท่ากับค่าพยากรณ์รวมทุกประเภท โดยยกเว้นค่าพยากรณ์ U_5 - จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทศก. ทั้งนี้ด้วยเหตุผลเดียวกับการพยากรณ์จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่าประเภทศก. ดังนั้นจะหาค่า correction factors ของค่าพยากรณ์ 5 ประเภท ดังตารางที่ 3.2.2 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2.2

แสดง correction factors ของค่าพยากรณ์

ปี	Y_2''	Y_2'	C
2516	301.741398	301.828543	1.00028881
2517	352.529672	352.533051	1.00000959
2518	409.367589	409.232750	.99967062
2519	472.273152	471.927527	.99926817
2520	541.266361	540.617382	.99880100
2521	616.347216	615.302315	.99830469
2522	697.545717	695.982326	.99775873
2523	784.881864	782.657415	.99716588
2524	878.375657	875.327582	.99652987
2525	978.047096	973.992827	.99585473

Y_2'' = ผลรวมของค่าพยากรณ์แต่ละประเภท คือ $U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5$

Y_2' = ค่าพยากรณ์ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์รวมทุกประเภท

C = correction factors

นำค่า C ที่ได้จากตารางที่ 3.2.2 คูณกับค่าพยากรณ์ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์แต่ละประเภท แต่ละปีในตารางที่ 3.2.1 จะได้ค่าพยากรณ์ใหม่ ตามตารางที่ 3.2.3 ซึ่งปรับด้วย correction factors แล้ว ดังนั้น ผลรวมของค่าพยากรณ์แต่ละประเภทจะเท่ากับค่าพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์รวมทุกประเภท

ความหมายของ column ต่าง ๆ ในตารางที่ 3.2.3 คือ

U_1' = ค่าพยากรณ์ใหม่ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทร้านค้า

U_2' = ค่าพยากรณ์ใหม่ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทบ้านพัก

U_3' = ค่าพยากรณ์ใหม่ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทพิเศษ

U_4' = ค่าพยากรณ์ใหม่ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทราชการ

U_5' = ค่าพยากรณ์ใหม่ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภทสาธารณะ

U_6 = ค่าพยากรณ์ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ประเภททศท.

Y_2 = $U_1'+U_2'+U_3'+U_4'+U_5'+U_6$ ซึ่งเท่ากับค่าพยากรณ์ Y_2 ในตารางที่ 3.2.1

3.2.2 <u>การพยากรณ์โดย Multiple Linear Regression Method</u>

เป็นการพยากรณ์โดยใช้โมเดลของ multiple regression ของการหาค่าประมาณจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ ที่ให้ best possible fit ระหว่างจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์กับ explaining factors ซึ่งในการสร้างโมเดลหาค่าประมาณของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์รวมทุกประเภท ปรากฏว่า ได้ simple linear regression คือ

$$Y_2 = 56.18518 + 1.65735Y_1$$

Y_1 ได้แก่ จำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่ารวมทุกประเภท แทนค่า Y_1 แต่ละปีจากตารางที่ 3.1.4 ลงในโมเดล จะได้ค่าพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์รวมทุกประเภทรายปี เป็นระยะเวลา 10 ปี ดังตารางที่ 3.2.4 นี้

ตารางที่ 3.2.3

แสดงค่าพยากรณ์ใหม่ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ 5 ประเภท โดย correction factors

(ล้านครั้ง)

ปี	U_1'	U_2'	U_3'	U_4'	U_5'	U_6	Y_2
2516	168.778093	79.120962	9.874851	31.585354	12.469283	3.173670	305.002213
2517	194.364143	98.655567	10.950105	34.298874	14.264362	3.446157	355.979208
2518	222.803385	120.778587	12.136001	37.233947	16.280830	3.718137	412.950887
2519	254.086828	145.482854	13.450149	40.389668	18.518028	3.989723	475.917250
2520	288.204658	172.760290	14.912099	43.765104	20.975231	4.260915	544.878297
2521	325.157767	202.609144	16.521943	47.360970	23.652491	4.531713	619.834028
2522	364.931117	235.018083	18.308872	51.175560	26.548694	4.802117	[illegible].784443
2523	407.515152	269.978730	20.292326	55.208085	29.663122	4.472127	787.129542
2524	452.900402	307.482646	22.491680	59.457794	32.995060	5.341743	880.669325
2525	501.077468	347.521367	24.926244	63.923957	36.543791	5.610965	979.603792

ตารางที่ 3.2.4

แสดงค่าพยากรณ์ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์รวมทุกประเภท

ปี	Y_1	Y_2
2516	137.764	284.508
2517	151.520	307.307
2518	166.506	332.144
2519	182.874	359.271
2520	200.792	388.968
2521	220.448	412.545
2522	242.056	457.357
2523	265.850	496.792
2524	292.099	540.295
2525	321.098	588.357

Y_1 ค่าพยากรณ์ของจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ขอใช้การเช่ารวมทุกประเภท (จากตารางที่ 3.1.4)

Y_2 ค่าพยากรณ์ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์รวมทุกประเภท ซึ่งคำนวณจาก simple linear regression

3.2.3 การวิเคราะห์ผลและการเปรียบเทียบ

การประมาณและการพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์โดย trend method สามารถใช้ข้อมูลได้ทั้งรวมทุกประเภทและแยกประเภท เพราะตัวแปรอิสระ คือเวลา ไม่มี explaining factors มาช่วย explained ตัวแปรไม่อิสระ การหาค่าประมาณหรือหาค่าพยากรณ์ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ปีใด ก็จะแทนค่า X ของปีนั้นลงในสมการ นั่นคือ อัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ในอนาคต จึงขึ้นกับอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ในอดีต

ส่วนการประมาณและการพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์โดย regression function จะเป็นการพิจารณา explaining factors ที่จะช่วย explained ตัวแปรไม่อิสระ – จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ด้วย แต่ปรากฏว่าโดย step - wise multiple regression ซึ่งเป็นการพิจารณาความสำคัญของ explaining factors ตามลำดับมากน้อย เพื่อนำเข้าไปใส่โมเดล จะได้โมเดล simple linear regression คือ มี explaining factor ตัวเดียว ได้แก่ Y_1 ที่เป็นเช่นนี้เพราะ Y_1 ซึ่งเป็นจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่า เป็นตัวแปรที่ช่วย explained Y_2 - จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์มากที่สุด จนตัวแปรอื่น ๆ หรือ explaining factors อื่นนอกจาก Y_1 จะช่วย explained Y_2 น้อยมากจนไม่มีความสำคัญพอที่จะใส่ในโมเดลเป็นอีกตัวแปรหนึ่ง แต่จะตัดเป็นค่า residual หมด หรือมองในอีกแง่หนึ่ง คือ ค่า Y_1 ที่เป็นจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่านี้ได้ถูก explained โดยตัวแปรอิสระ X_i ที่เราใช้เป็น explaining factors ในการสร้างโมเดลแล้ว ดังนั้น ค่า Y_1 ในโมเดล simple linear regression ที่ใช้หาค่าประมาณและค่าพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกจึงรวมการ explained ของ explaining factors อื่น ๆ ไว้ด้วยแล้ว

สำหรับการคำนวณโดย regression function นี้ สามารถคำนวณจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์รวมทุกประเภทได้เพียงอย่างเดียว เพราะค่า explaining factors เป็นค่ารวมในเชตนกรหลวง มิได้แยกตามประเภทผู้เช่า หรืออีกนัยหนึ่งเพราะค่า Y_1 เป็นจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้ต้องการเช่ารวมทุกประเภท จึงทำให้ไม่สามารถคำนวณหา regression function ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์แต่ละประเภท แต่สำหรับการคำนวณโดย trend method จะสามารถคำนวณได้ทุกชนิด คือ ทั้งที่เป็นจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์รวมทุกประเภทและแยกประเภท เพราะเราไม่ต้องใช้ explaining factors ใด ๆ นอกจากให้ตัวแปรอิสระเป็นเวลาเท่านั้น นั่นคือเป็นการคำนวณที่ข้อมูลขึ้นกับเวลา และขึ้นกับลักษณะของข้อมูลในอดีต จึงง่ายต่อการคำนวณ และไม่ต้องเสียเวลาในการรวบรวมข้อมูลของ explaining factors ด้วย

แต่จากการเปรียบเทียบค่าประมาณของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์รวมทุกประเภททั้ง 2 วิธีแล้ว ปรากฏว่า ค่าประมาณจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์ โดย simple linear regression ใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่าค่าประมาณโดย trend method เพราะค่า standard error of estimate โดย trend method มากกว่า แสดงว่าการประมาณและพยากรณ์โดย regression function ให้ค่าถูกต้องกว่า ดังนั้นจึงใช้ simple linear regression คำนวณหาค่าประมาณและค่าพยากรณ์ของจำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์รวมทุกประเภท ส่วนการประมาณและการพยากรณ์จำนวนครั้งที่เรียกโทรศัพท์แยกประเภทจะใช้วิธีการหาเส้นแนวโน้ม เพราะเราไม่สามารถหาข้อมูลมาสร้าง regression function ได้.