

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้กาลมานฟิลเตอร์สำหรับการพยากรณ์ความต้องการใช้งาน คู่สายโทรศัพท์
นักศึกษา	นายชัยรัตน์ วงษ์สุวรรณ
รหัสประจำตัว	44061728
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
พ.ศ.	2549
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอถึงวิธีการพยากรณ์ความต้องการใช้งานคู่สายโทรศัพท์โดยการใช้ตัวกรองกาลมาน ตัวกรองกาลมานเป็นวิธีซึ่งให้ผลการคำนวณที่ดีในเชิงกำลังสองน้อยที่สุด ซึ่งได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก สำหรับการนำมาใช้เพื่อการประมาณการ เพื่อแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีการดังกล่าว เราจึงใช้วิธีนี้เพื่อการพยากรณ์ความต้องการใช้งานคู่สายโทรศัพท์ทั้งในเขตกรุงเทพและแบบทั่วประเทศ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการพยากรณ์ประกอบด้วยผลการพยากรณ์ความต้องการในอดีตและข้อมูลจำนวนประชากรระหว่างปี พ.ศ. 2497-2546 (สำหรับเขตกรุงเทพ) และ พ.ศ.2534-2553 (สำหรับทั่วประเทศ) จากนั้นจึงนำผลการทดลองวิธีใหม่ไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากกระบวนการวิเคราะห์ทางสถิติ ซึ่งพบว่าวิธีที่นำเสนอให้ผลที่มีประสิทธิภาพกว่ามาก อีกทั้งยังใช้การคำนวณที่เรียบง่ายและรวดเร็วกว่า

Thesis Title	Demand Forecasting for Telephone line using Kalman filter.
Student	Mr. Chairat Wongsuwan
Student ID.	44061728
Degree	Master
Programme	Telecommunication Engineering
Year	2006
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr .Paramote Weardkien

ABSTRACT

This paper presents a method of demand forecasting on telephone usage which is based on kalman filtering. The Kalman filter is a method that provides an efficient computational solution in least square sense. It is thus received much attention for estimation purposed technique, it is used to predict the telephone usage demand of Thailand nationwide and only in Bangkok. The data employed in the forecasting process are the former forecasted demand and the number of population during 1954-2003 (for Bangkok area) and 1991-2010 (for nationwide). The result of this method is compared with that of statistical analysis method. It is found that the proposed technique is superior to statistical methods. Furthermore, it employs a simple mathematical process with less computational consumption.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยคำแนะนำจากท่านอาจารย์ รศ.ดร.ปราโมทย์ वादเขียน เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความรู้ ความมีจริยธรรม และคุณธรรมที่ท่านได้ประสิทธิ์ประสาทให้แก่ศิษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อมตลอดเวลาที่ศึกษาอยู่กับท่าน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นแนวทางและแบบอย่างในการทำงาน และการดำเนินชีวิตต่อผู้วิจัยต่อไปในอนาคต

ขอขอบพระคุณ น้อง ๆ เพื่อน ๆ ที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือต่อผู้วิจัยมาโดยตลอด ระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบพระคุณ คุณแม่ พี่ น้อง และหลาน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทั้งกำลังกายและกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณภรรยา ที่เป็นกำลังใจอันยิ่งใหญ่

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้มอบความเมตตา และความยุติธรรมแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด การศึกษา

และสุดท้ายขอขอบพระคุณทุก ๆ สรรพสิ่งด้วยดวงจิตอันสุดซึ้ง

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนขออุทิศให้กับบิดาผู้ซึ่งได้จาก ลูกไปอย่างไม่มีวันกลับ

ชัยรัตน์ วงษ์สุวรรณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	2
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา.....	3
1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.4.1 การถดถอยเชิงเส้นแบบง่าย.....	4
1.4.2 การประมาณค่ากำลังสองน้อยที่สุด.....	4
1.5 ขอบเขตในการทำวิทยานิพนธ์.....	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 เอกสารและผลงานที่เกี่ยวข้องกับตัวกรองกาลมาน.....	8
2.2 ระเบียบวิธีการพยากรณ์.....	14
2.2.1 เทคนิคการทำให้เรียบ.....	14
2.2.2 การพยากรณ์แบบปรับได้.....	17
2.2.3 อนุกรมเวลาแบบคลาสสิก.....	18
2.2.4 การวิเคราะห์การถดถอย.....	19
2.2.5 การพยากรณ์เชิงเศรษฐมิติ.....	19
2.2.6 อนุกรมเวลา Box-Jenkin.....	20
2.3 เทคนิคการทำให้เรียบ.....	21
2.3.1 ตัวแบบค่าเฉลี่ยคงที่.....	21
2.3.2 ตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้น.....	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.3 ตัวแบบฤดูกาล.....	48
2.4 การพยากรณ์แบบปรับได้.....	55
2.4.1 การปรับค่าคงที่การทำให้เรียบ.....	55
2.4.2 วิธีการพยากรณ์แบบปรับได้ที่ปรับปรุงใหม่.....	65
2.4.3 การพยากรณ์แบบการกรองที่ปรับได้.....	67
บทที่ 3 การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์อย่างง่าย.....	70
3.1 การวิเคราะห์ความถดถอย.....	71
3.2 การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย.....	72
3.3 สมมติฐานหรือเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอย.....	72
3.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของสมการความถดถอย.....	73
3.4.1 การประมาณค่า β_0 และ β_1 โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด.....	73
3.5 การประมาณค่าแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน.....	74
3.6 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์.....	75
3.7 แนวทางการประมาณค่าพารามิเตอร์.....	76
3.8 คุณสมบัติที่พึงปรารถนาของตัวประมาณ.....	79
3.9 ตัวประมาณไม่เอนเอียง.....	80
3.10 ตัวประมาณคงเส้นคงวา.....	82
3.11 ตัวประมาณที่มีความแปรปรวนต่ำสุด.....	84
3.12 วิธีหาตัวประมาณพารามิเตอร์.....	85
3.13 วิธีโมเมนต์.....	86
3.14 ปัญหาในการหาตัวประมาณแบบโมเมนต์.....	86
3.15 คุณสมบัติของตัวประมาณแบบโมเมนต์.....	87
3.16 วิธีภาวน่าจะเป็นสูงสุด.....	87
3.17 วิธีไล่กำลังสองต่ำสุด.....	92
3.18 วิธีของเบส์.....	93
3.19 วิธีมินิแมกซ์.....	94
3.20 วิธีไล่กำลังสองต่ำสุด.....	95

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ตัวทำนาย.....	96
4.1 กล่าวนำ.....	96
4.2 คีสมรทคาลมานฟลเตอร้.....	96
4.2.1 การประมาณการบวนาการ.....	96
4.2.2 การคำนวณของคาลมานฟลเตอร้.....	97
4.2.3 อลกอริทึมของคีสมรทคาลมานฟลเตอร้.....	99
4.2.4 ตัวแปรฟลเตอร้และการปรับแต่ง.....	102
บทที่ 5 ผลการวิจัย.....	104
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย.....	130
เอกสารอ้างอิง.....	132
ภาคผนวก.....	134
ภาคผนวก ก. ความรู้พื้นฐานของทฤษฎีระบบ.....	135
ภาคผนวก ข. สัญญาณสุ่ม.....	140
ภาคผนวก ค. บทพิสูจน์.....	142
ภาคผนวก ง. Program Matlab.....	148
ภาคผนวก จ. ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS.....	150
ภาคผนวก ฉ. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์.....	158
ประวัติผู้เขียน.....	164

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
5.1 แสดงการเปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการใช้งานคู่สายโทรศัพท์ทั้ง 3 วิธี กับปริมาณเลขหมายที่ติดตั้งจริง ระหว่างปี พ.ศ.2535-2546.....	105
5.2 แสดงการเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณเลขหมายติดตั้งทั้ง 3 วิธี ระหว่างปี พ.ศ. 2535-2546.....	106
5.3 แสดงการเปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการใช้งานคู่สายโทรศัพท์ กับเลขหมายติดตั้งระหว่างปี พ.ศ.2535-2546.....	107
5.4 แสดงการเปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการใช้งานโทรศัพท์ทั้ง 3 วิธี ระหว่างปี พ.ศ.2547-2554.....	108
5.5 แสดงการเปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการใช้งานคู่สายโทรศัพท์ กับเลขหมายติดตั้งระหว่างปี พ.ศ.2547-2554.....	108
5.6 แสดงการเปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการใช้งานโทรศัพท์กับการพยากรณ์ เลขหมายติดตั้งทั้ง 3 วิธี ระหว่างปี พ.ศ.2547-2554.....	109
5.7 แสดงการเปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการใช้งานคู่สายโทรศัพท์จริง กับผลการพยากรณ์ในเขตกรุงเทพฯระหว่างปี พ.ศ.2498-2546.....	110
5.8 แสดงผลการพยากรณ์ความต้องการใช้งานคู่สายโทรศัพท์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	120
5.9 แสดงผลการพยากรณ์ความต้องการใช้งานคู่สายโทรศัพท์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธีตัวกรองกาลมาน ระหว่างปี พ.ศ.2548-2554.....	122

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 ความสัมพันธ์ 2 ตัวแปรในรูปเชิงเส้น.....	71
3.2 แสดงค่า β_1 เมื่อ x และ y มีความสัมพันธ์ในรูปเส้นตรง.....	72
3.3 แสดงค่าคลาดเคลื่อน.....	74
3.4 แสดงค่าของ r มีค่า $-1 < r < 1$	76
4.1 การวัดค่าของสัญญาณระบบเชิงเส้นแบบเวลาไม่ต่อเนื่องเมื่อมีสัญญาณรบกวน เข้ามาเกี่ยวข้อง.....	96
4.2 การสร้างระบบจำลองมาเพื่อประมาณ χ_k	98
4.3 รูปแบบการทำงานของฟิลเตอร์แบบกาลมาน.....	100
4.4 การทำงานของกาลมานฟิลเตอร์.....	103
4.5 ความหมายของตัวแปรในสมการดิครีทกาลมานฟิลเตอร์.....	103
5.1 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ ระหว่างปี พ.ศ.2535-2546.....	112
5.2 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ ระหว่างปี พ.ศ.2547-2554.....	112
5.3 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ ในเขตกรุงเทพฯระหว่างปี พ.ศ.2498-2546.....	113
5.4 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์เลขหมายติดตั้งจริง ระหว่างปี พ.ศ.2535-2546.....	113
5.5 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์เลขหมายติดตั้งจริง ระหว่างปี พ.ศ.2547-2554.....	114
5.6 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบความต้องการใช้งานคู่สายโทรศัพท์กับเลขหมายติดตั้งจริง ระหว่างปี พ.ศ.2535-2546.....	114
5.7 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างความต้องการใช้โทรศัพท์ กับเลขหมายติดตั้งปี พ.ศ.2535-2546.....	115
5.8 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ และเลขหมายติดตั้งระหว่างปี พ.ศ.2535-2546.....	115
5.9 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการ ใช้คู่สายโทรศัพท์และเลขหมายติดตั้งระหว่างปี พ.ศ.2547-2554.....	116

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.10	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ และเลขหมายติดตั้งระหว่างปี พ.ศ.2535-2546.....116
5.11	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ และเลขหมายติดตั้งระหว่างปี พ.ศ.2547-2554.....117
5.12	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ และเลขหมายติดตั้งระหว่างปี พ.ศ.2535-2546.....117
5.13	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ และเลขหมายติดตั้งระหว่างปี พ.ศ.2547-2554.....118
5.14	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ ของจังหวัดนครนายกกับปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ที่ติดตั้งจริง.....123
5.15	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ ของจังหวัดปราจีนบุรีกับปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ที่ติดตั้งจริง.....123
5.16	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ ของจังหวัดสระแก้วกับปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ที่ติดตั้งจริง.....124
5.17	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ ของจังหวัดชลบุรีกับปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ที่ติดตั้งจริง.....124
5.18	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ ของจังหวัดฉะเชิงเทรา กับปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ที่ติดตั้งจริง.....125
5.19	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ ของจังหวัดระยองกับปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ที่ติดตั้งจริง125
5.20	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ ของจังหวัดจันทบุรีกับปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ที่ติดตั้งจริง.....126
5.21	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของการพยากรณ์ความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ ของจังหวัดตราดกับปริมาณเลขหมายโทรศัพท์ที่ติดตั้งจริง.....126
5.22	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างเลขหมายติดตั้งจริงและการพยากรณ์ความต้องการ ใช้คู่สายโทรศัพท์ในภาคตะวันออก(micro).....127
5.23	กราฟแสดงการเปรียบเทียบความต้องการใช้คู่สายโทรศัพท์ในภาคตะวันออก ระดับจุลภาคและมหภาค.....128

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.24	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ความต้องการใช้ถั่วสาย โทรศัพท์ระดับมหภาคเมื่อเทียบกับเลขหมายที่ติดตั้งจริง.....128
5.25	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ความต้องการใช้ถั่วสาย โทรศัพท์ระดับจุลภาคเมื่อเทียบกับเลขหมายที่ติดตั้งจริง.....129

