การสร้างโมเดลทางสถิติเพื่อการวิเคราะห์ ความหนาแน่น ของการจราจรทางอากาศ ณ ท่าอากาศยานกรุงเทพ ฯ

เรืออากาศเอก อุทิศ แก้วโอภาส

006660

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาพาณิชยศาสตร์มหาบัณฑิต
แผนกสถิติ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. ๒๕๑๖

I 18328118

ON THE CONSTRUCTION OF SOME STATISTICAL MODEL FOR ANALYSING AIR TRAFFIC DENSITY AT DON MUANG AIRPORT

Flight Lieutenant Utis Keowopas

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Commerce and Accountancy
Department of Statistics
Graduate School
Chulalongkorn University
1973

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ .....ประธานกรรมการ

.....กรรมการ

.....กรรมการ

อาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัย ดร. นิยม ปุราคำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสร้างโมเดลทางสถิติเพื่อการวิเคราะห์ ความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ ณ ท่าอากาศยานกรุงเทพ ฯ

ชื่อ เรืออากาศเอก อุทิศ แก้วโอภาส แผนกวิชา สถิติ

ปีการศึกษา ๒๕๑๕

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

๑. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการจัดลำดับการเข้าแถวคอย (Queuing Problem) ของเครื่องบินที่มารอลงสนาม จากสายการบินต่าง ๆ ณ ท่าอากาศยานกรุงเทพ ฯ

๒. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับลักษณะดิสทริบิวชั่น (distribution) ของเครื่องบินที่เข้ามาในทุกทิศทางโดยรอบ ว่าจะมีดิสทริบิวชั่น (distribution) ในแบบใด

๓. เพื่อศึกษาลักษณะของดิสทริบิวชั่น (distribution) ของเวลาที่หอบังคับการบิน ให้การบริการ นำเครื่องบินลงสู่สนามเรียบร้อย โดยใช้เวลาที่น้อยที่สุด ถึงเวลาที่นานที่สุด ว่าจะมีดิสทริบิวชั่น (distribution) ชนิดใด

๔. เพื่อสร้างแบบจำลอง (model) ทางคณิตศาสตร์สำหรับวิจัยความหนาแน่นของอากาศยาน ณ ท่าอากาศยานกรุงเทพ ฯ ในการศึกษาเกี่ยวกับความยาวของแถวคอย (Queue length), เวลาเฉลี่ยของเครื่องบินที่ต้องคอยลงสนามในชั่วโมงที่คับคั่ง (busy time) และในช่วงเวลาที่ว่าง ไม่มีเครื่องเข้ามา (idle time)

๕. เพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของเครื่องบินที่ต้องคอยลงสนาม กับค่าใช้จ่ายในการเพิ่มสถานีบริการว่าจะคุ้มค่าหรือไม่

วิธีดำเนินการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ได้รวบรวมปริมาณเครื่องบินจากหอบังคับการบิน ในรอบ ๗ วัน จากวันที่ ๑๘ – ๒๔ ต.ค.๑๔ และแบ่งเป็นช่วงละ ๑ ช.ม. โดยละทิ้งในช่วงที่มี

เครื่องบินเข้ามาน้อยมาก ในบางช่วงเช่นในตอนดึกเวลา ๐๑๐๐ – ๐๕๐๐ นำข้อมูลที่ได้นี้มาหาเวลาเฉลี่ยที่เครื่องบินแต่ละเครื่องเข้ามาห่างกัน(interarrival time) แล้วเขียนโค้งจากเวลาที่สั้นที่สุดถึงเวลาที่ยาวที่สุด ผลที่ได้จะเป็นโค้งเอ็กโพเนนเชี่ยล(exponential) ทำให้คาดว่าดิสทริบิวชั่นของเครื่องบินที่เข้ามา (arrival) มีลักษณะเป็นปัวซองดิสทริบิวชั่น (Poisson distribution) และเมื่อทดสอบข้อมูลชุดเดียวกันนี้กับค่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี โดยวิธีไคสแคว(Chi – square test) ก็จะสนับสนุนตามที่คาดไว้ทุกประการ และในทำนองเดียวกันถ้านำข้อมูลชุดของเวลาที่ให้บริการของหอบังคับซึ่งเก็บรวบรวมได้จากเจ้าหน้าที่และแผนกสถิติของหอบังคับการบิน มาทดสอบโดยเปรียบเทียบข้อมูลจริงกับค่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี โดยวิธีไคสแคว(Chi – square test)ก็จะยอมรับว่าเวลาที่ให้บริการของหอบังคับการบินมีลักษณะเป็น เอ็กโพเนนเชี่ยล นอกจากนั้นยังได้ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายของสนามบินจากกองบำรุงสนามบิน คือค่าไฟส่องสนาม ไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องช่วยในการลงสนาม (Navigation Aid) เดือนละ ๖๐๐,๐๐๐ บาท ส่วนค่าเชื้อเพลิงที่เครื่องบินแบบโบอิง ๗๐๗ ใช้ประมาณ ช.ม.ละ ๑๓,๕๐๐ บาท เป็นตัวเลขที่ได้จากบริษัทน้ำมันเอสโซ่

สรุปผลของการวิจัย

ผลของการวิจัยจะพบว่า

๑. เครื่องบินที่บินเข้าสู่สนามบิน เพื่อรอลงสนามมีลักษณะเป็นตัวแปรสุ่ม (random variable) ที่ต่อเนื่อง (continuous time) ชนิดหนึ่ง เมื่อพิจารณาในรอบ ๒๔ ช.ม. จำนวนเครื่องบินที่รวบรวมได้จึงเป็นสโตคาสติคโปรเสส (Stochastic process) และมาร์คอฟ เชน (Markov Chain) อย่างหนึ่ง

๒. ลักษณะของดิสทริบิวชั่น (distribution) ของเครื่องบินที่เข้ามาโดยรอบ จะเป็นปัวซองโปรเสส(Poisson process) มีอัตราเฉลี่ยประมาณ ๔.๗ เครื่องต่อชั่วโมง

๓. เวลาที่ให้บริการ (service time) มีดิสทริบิวชั่นเป็นแบบเอ็กโพ –

เนนเชี่ยล (exponential) มีอัตราเฉลี่ยบริการได้ประมาณ ๔.๔ นาทีต่อเครื่อง

๔. ความน่าจะเป็นในช่วงที่ไม่มีเครื่องบินเข้ามา (P_o) มีค่าสูง คือ ประมาณ ๐.๖๕ และจำนวนเฉลี่ยของเครื่องบินในแถวคอยมีค่าต่ำ คือประมาณ ๐.๕๒ เครื่องต่อชั่วโมง

๕. ท่าอากาศยานกรุงเทพ ฯ ยังพอให้บริการแก่สายการบินต่าง ๆ ได้พอสมควร แต่ถ้าปริมาณของสายการบินและเที่ยวบินเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ ๒๐ เหมือนปัจจุบันนี้แล้ว คาดว่าอีก ๕ – ๑๐ ปีข้างหน้า จำเป็นต้องเพิ่มทางวิ่ง (run way) อีก ๑ ทาง นอกเสียจากปริมาณเครื่องบินจะไม่เพิ่มเนื่องจากภาวะน้ำมันที่ส่งผลกระทบกระเทือนอยู่ในขณะนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title	On the Construction of Some Statistical Model for Analysing Air Traffic Density at Don Muang Air Port
Name	Flight Lieutenant Utis Keowopas Department Statistics
Academic Year	1972

ABSTRACT

The Objectives of the Study

1. To study about the queuing problem of the airplanes from various airlines which are waiting to land at Don Muang Airport.

2. To study the distribution of airplanes coming from various directions.

3. To study the types of the distribution of the shortest times and the longest times, allocated by the flight-control tower for landing of the airplanes. What types of distribution of service time will be ?

4. To construct a mathematical model for research into the density of air traffic at Don Muang airport. This research includes the study of queue length, the average time of waiting for airplanes at busy period and also at idle period.

5. To compare the expense of keeping waiting airplanes with the construction of increasing the number of service - stations.

The Procedures of the Study

The data is derived from the numbers of airplanes which landed at the airport during one week (on 18 - 24 Oct. 1971). The time when the data was collected was divided into periods. Each one lasts for an hour. In doing this we omit the off - peak period (e.g. from 1.00 a.m. - 5.00 a.m.). Then we take the average of interarrival time of each airplanes at Don Muang Airport and plot a curve from the shortest time to the longest time. The result of the plotting is an expo - nential curve. It is predictable that the distribution of the arriving airplanes will be a 'Poisson' distribution. The same data is also compared with the theoretical value by Chi-Square test, the result will support the expected one. In the same way if we take the data of time from the service of the con- trol tower and compare it to the theoretical data by Chi - Square test, it will be admitted that the service time of the control tower is exponential. Besides we also got the expense data of the airport from the maintenance airport section; that is the runway lighting and the electric light for the naviga- tional aids. The amount of this expense is 600,000 baht per month. The cost of the fuel for a Boeing 707 is about 13,500 baht per hour. This information is from the Esso company.

Conclusions of the Study

1. The number of airplanes waiting to land at Don Muang Airport is a random variable and discrete state

continuous time process. In considering any periods of 24 hours the number of airplanes is in the form of stochastic processes and Markov Chain.

2. The characteristic of distribution of landing airplanes is in the form of a Poisson process. The mean of arrival rate is 4.7 airplanes per hour.

3. The service time is an exponential distribution. The average time for service is 4.4 seconds per one airplane.

4. The probability of no arrival (P_o) is 0.65. The average number of the airplanes in the waiting lines is about 0.52 per hour.

5. It is predictable that Don Muang airport will serve officiently for the various airlines, if the rate of increase in air traffic is 20 % as it is now. It is predictable that during the next 5-10 years one more runway will be built — that is, if there is no problem over fuel shortage.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีก็ด้วยความกรุณาของ อาจารย์ ดร.นิยม ปุราคำ และ ศาสตราจารย์ พล.อ.ต. ดร. พิสุจน์ ฤทธาคนี ที่ได้กรุณาช่วยแนะนำหัวข้อวิทยานิพนธ์ และให้คำปรึกษา เสนอ แนะ ในการค้นคว้า เมื่อประสบปัญหาต่าง ๆ

สำหรับการเก็บข้อมูล ได้รับความช่วยเหลือจาก น.ต. ยศ รัตน์เณย์ หัวหน้าแผนกควบคุมการจราจรทางอากาศ กรมการบินพลเรือน ที่ได้กรุณาให้ข้อมูลของเครื่องบินจากหอบังคับการบิน นอกจากนั้นยังได้รับการช่วยเหลือเกี่ยวกับเอกสาร, ค่าใช้จ่ายของสนามบิน และน้ำมันเชื้อเพลิง ตลอดจนเรื่องราวเกี่ยวกับท่าอากาศยานกรุงเทพ ฯ

จึงขอขอบคุณอย่างยิ่งมา ณ ที่นี้ด้วย

ร.อ. อุทิศ แก้วโอภาส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ช

กิตติกรรมประกาศ ..... ญ

รายการตารางประกอบ ..... ฐ

รายการกราฟประกอบ ..... ฑ

รายการแผนภูมิประกอบ ..... ฒ

บทที่

๑ บทนำ ๑

กล่าวโดยทั่วไป ๑

ความเป็นมาของท่าอากาศยานกรุงเทพ ฯ ๒

รายได้ของท่าอากาศยานกรุงเทพ ฯ ๔

ปัญหาที่ต้องการวิจัย ๕

ความหมายและศัพท์ที่ใช้บางคำ ๖

๒ ทฤษฎีและการสร้างโมเดล ๗

สโตคาสติคโปรเสส (Stochastic Processes) ๗

มาร์คอฟโปรเสส (Markov Processes) ๑๐

มาร์คอฟเชน (Markov Chain) ๑๑

การนำ z - Transformมาใช้กับ Discrete Markov Processes..... ๑๓

วิธีการของ Laplace Transform ๑๓

การหาคำตอบจาก Inverse Laplace Transform ๑๖

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการเข้าแถวคอย ๑๗

การพิจารณาระบบที่มีเสถียรภาพ (Steady State) ๒๘

๓ การวิเคราะห์ข้อมูล และการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ๓๒

การเก็บข้อมูล ๓๒

ลักษณะดิสทริบิวชั่นของเวลาที่ใช้ในการให้บริการของหอบังคับการบิน ๔๗

๔ การตีความและสรุปผล ๕๗

การทดสอบแบบจำลอง (Model Testing) ๕๗

การพิจารณาและวิเคราะห์จำนวนสถานีบริการ ๕๗

เหตุผลที่สนับสนุนว่าในปัจจุบันท่าอากาศยานกรุงเทพ ฯ ยังพอให้
บริการได้ ๖๐

การพิจารณาติดตั้งระบบเครื่องช่วยลงสนาม ๖๑

สรุปผลและข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยค้นคว้าเพิ่มเติม ๖๖

หนังสืออ้างอิง ๖๘

ภาคผนวก ๖๙

ผนวก ก ๗๐

ผนวก ข ๗๔

ประวัติการศึกษา ๘๑

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
๑	แสดงรายได้ของท่าอากาศยานกรุงเทพ ฯ	๕
๒	แสดงเครื่องบินเข้าในรอบ ๒๔ ช.ม.	๓๔
๓	แสดงการหาความน่าจะเป็นของ interarrival time ...	๓๕
๔	แสดงการหาค่าประมาณของจำนวน บ.	๔๐
๕	แสดงการเปรียบเทียบ จำนวน บ.จริง กับจำนวน บ.ทางทฤษฎี	๔๓
๖	แสดงการทดสอบ χ^2 (Chi - square test)	๔๖
๗	แสดงการหาความน่าจะเป็นสะสมของเวลาที่ใช้บริการ	๔๙
๘	แสดงการหาค่าประมาณ	๕๒
๙	แสดงการทดสอบ χ^2 (Chi - square test) ของ μ	๕๔
๑๐	แสดงการเปรียบเทียบจำนวน บ.ที่รวบรวมได้ กับจำนวน บ. ที่คำนวณได้จากแบบจำลอง	๕๘
๑๑	แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของ บ.ที่คอย กับสถานีบริการ..	๖๐
๑๒	แสดงค่า e^{-x} และ e^{x}	๗๒
๑๓	แสดงค่า χ^2	๗๓

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการกราฟประกอบ

กราฟเลขที่		หน้า
๑	แสดงสถิติจำนวนเครื่อง เข้า–ออก	๒
๒	แสดงสถิติจำนวนผู้โดยสาร เข้า–ออก	๓
๓	แสดงภาวะของ เสตท และเวลา (state and time)..	๘
๔	แสดง unit step function	๑๔
๕	แสดง unit ramp function	๑๔
๖	แสดง damped exponential	๑๕
๗	แสดงโค้งความน่าจะเป็นสะสมของ interarrival time	๓๖
๘	แสดงการเปรียบเทียบจำนวน ป.จริง กับจำนวน ป.ทางทฤษฎี	๔๔
๙	แสดงโค้งการเปรียบเทียบจำนวนจริง กับทางทฤษฎี	๔๕
๑๐	แสดงโค้งของเวลาที่ให้บริการ	๔๘
๑๑	แสดงการเปรียบเทียบจำนวนจริง กับจำนวนทางทฤษฎี (ของการบริการ)	๕๕
๑๒	แสดงโค้งเปรียบเทียบ จำนวนจริงกับจำนวนทางทฤษฎี (ของการบริการ).....	๕๖

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการแผนภูมิประกอบ

แผนภูมิที่		หน้า
๑	แสดงการจัดสถานีบริการ	๑๘
๒	แสดงเส้นทางบิน	๗๕
๓	แสดง Air Traffic Services System	๗๖
๔	แสดงบริเวณท่าอากาศยานกรุงเทพ ฯ	๗๗
๕	แสดง Traffic Paterns	๗๘
๖	แสดงการนำ บ.ลงด้วยเครื่องวัด	๗๙
๗	แสดงทิศทางและระยะสูงของ บ.เพื่อลงสนาม	๘๐

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย