

บทที่ 2

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและทฤษฎี

2.1 รายละเอียดของเทคโนโลยี

เทคโนโลยีโครงข่ายนั้น แต่ละชนิดนั้นมีความสามารถที่แตกต่างกันไป ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีจะสะท้อนให้เห็นจุดเด่นและจุดด้อยที่ต่างกัน ในส่วนนี้จะแสดงถึงรายละเอียดของเทคโนโลยีต่างๆ ในวิทยานิพนธ์

2.1.1 เทคโนโลยี 3G

โครงข่าย 3G คือ โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีการพัฒนามาถึงยุคที่ 3 (third generation) ซึ่งความสามารถหลักที่เพิ่มขึ้นจากโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคที่ผ่านมา ก็คือ การพัฒนาอัตราการส่งข้อมูลได้สูงขึ้นจนถึงในระดับบรอดแบนด์ (broadband) มีผลทำให้สามารถให้บริการสื่อประสม (multimedia) ผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ ความเร็วของการส่งข้อมูลที่สามารถให้บริการได้ตามมาตรฐาน IMT-2000 คือ 384 Kbps ในขณะที่ผู้ใช้อยู่ในสถานะการเคลื่อนที่ สามารถส่งได้เร็วถึง 2 Mbps ในขณะที่ผู้ใช้อยู่ในสถานะที่ไม่เคลื่อนที่ และรับรองความเร็วขั้นต่ำในการส่งข้อมูลที่ 144 Kbps ในทุกสถานะ ซึ่งในปัจจุบันโครงข่าย 3G ได้มีการแบ่งออกเป็น 3 มาตรฐาน คือ [10]

1. WCDMA พัฒนามาจากระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็ม (global system for mobile communications: GSM) และ ทีดีเอ็มเอ (time division multiple access: TDMA) ซึ่งทำให้ขยายแถบช่องสัญญาณได้ มากและกว้างขึ้น

2. CDMA 2000 ปัจจุบันพัฒนาไปถึงระบบ 1x EV-DO เป็นเทคโนโลยีที่มีจุดเด่นทางด้าน การส่งข้อมูลความเร็วสูงครอบคลุมพื้นที่กว้าง 1xEV-DO เป็นระบบเดียวกับซีดีเอ็มเอ (code division multiple access: CDMA) ที่ได้รับการยอมรับจาก สมาพันธ์โทรคมนาคมระหว่าง

ประเทศ (ITU) ให้เป็นเทคโนโลยีที่ได้มาตรฐานการสื่อสารไร้สายยุค 3G ข้อดีของระบบนี้คือการใช้งานที่สะดวก ง่ายต่อการติดต่อและสามารถเชื่อมต่อได้หลายรูปแบบทั้ง โทรศัพท์มือถือ เครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล (personal digital assistant : PDA) โดยสามารถต่อแบบไร้สายได้

3. TD-SCDMA (Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access) เป็นเครือข่ายซีดีเอ็มเออีกประเภทที่ถูกนำมาใช้เป็นระบบ 3G ที่ได้รับการรับรองโดยสมาพันธ์โทรคมนาคมระหว่างประเทศ

ต่อมาได้มีการพัฒนาโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง มีผลทำให้เกิดมาตรฐานที่ทำการพัฒนาโครงข่าย 3G ออกมาเป็นมาตรฐานใหม่ที่เรียกว่า HSPA(High Speed Packet Access) ซึ่งจะแบ่งออกเป็น ฝั่งขาลง(Downlink) และขาขึ้น(Uplink) ซึ่งจะมีชื่อเรียกที่ต่างกัน คือ HSDPA(High Speed Downlink Packet Access) และ HSUPA(High Speed Uplink Packet Access) ซึ่งจะมีความเร็วในการส่งข้อมูลตามมาตรฐาน คือ 14.4 Mbps สำหรับขาลง กับ 384 Kbps สำหรับขาขึ้น และ 14.4 Mbps สำหรับขาลง กับ 5.84 Mbps สำหรับขาขึ้น เรียงตามลำดับ [12]

2.1.2 เทคโนโลยี Wi-Fi (Wireless Fidelity)

Wi-Fi คือ องค์กรที่ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์โครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย (Wireless Local Area Networks: WLAN) ด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารภายใต้มาตรฐาน IEEE802.11x ซึ่งอุปกรณ์ทุกตัวนั้นสามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยไม่ประสบปัญหา หากอุปกรณ์นั้นผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานก็จะมีประทับตรา Wi-Fi Certified ซึ่งหมายความว่า อุปกรณ์ตัวนี้สามารถเชื่อมต่อแบบไร้สายกับ อุปกรณ์อื่นที่มีตรา Wi-Fi Certified ได้ แล้วจึงกลายเป็นคำศัพท์ของอุปกรณ์โครงข่ายเฉพาะที่แบบไร้สาย

ปัจจุบันเทคโนโลยี Wi-Fi นั้นได้มีการพัฒนาภายใต้มาตรฐาน IEEE802.11x อย่างต่อเนื่องดังตารางที่ 2.1 ซึ่งแสดงถึงรายละเอียดเบื้องต้นของมาตรฐานที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย [10], [11]

ตารางที่ 2.1: รายละเอียดเบื้องต้นของมาตรฐาน IEEE802.11x

Series No.	802.11	802.11b	802.11a	802.11g	802.11n
Frequency	2.4 GHz	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz	2.4/5 GHz
Maximum Rate	2 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	150 Mbps
Modulation	FHSS	DSSS	OFDM	DSSS-OFDM	OFDM
Distance	100 m	100 m	80 m	150 m	250 m

2.1.3 เทคโนโลยี WiMAX (Wireless Inter Operability for Microwave Access)

WiMAX คือ เทคโนโลยีบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูง ได้รับการพัฒนาขึ้นภายใต้มาตรฐาน IEEE 802.16x โดยเทคโนโลยี WiMAX นั้นจะเป็น WMAN (Wireless Metropolitan Access Network) ซึ่งจะเป็นโครงข่ายที่มีพื้นที่ครอบคลุมกว้างกว่าแลนไร้สาย โดยในปัจจุบันโครงข่าย WiMAX ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ดังตารางที่ 2.2 ที่แสดงถึงรายละเอียดเบื้องต้นของมาตรฐาน 802.16x [10], [11]

ตารางที่ 2.2 : รายละเอียดเบื้องต้นของมาตรฐาน 802.16x

Series No.	802.16	802.16a	802.16d	802.16e
Coverage	Up to 8Km	Up to 50Km	Up to 40Km	1-5 Km
Environment	LOS	LOS	NLOS	NLOS
Frequency	10-66GHz	2-11GHz	2-66GHz	2-6GHz
	Licensed	(un)Licensed	(un)Licensed	(un)Licensed

Application	FBWA	FBWA	FBWA	FBWA +Mobility
Bandwidth	1.5-20Mhz	1.5-20Mhz	1.5-20Mhz	1.5-5Mhz (Subch.)
Modulation	QPSK 16QAM	OFDM,QPSK	OFDM,QPSK	OFDM,QPSK
	64QAM	16QAM, 64QAM	16QAM, 64QAM	16QAM, 64QAM
Spectrum	<4.8bps/Hz	3.75bps/Hz	3.75bps/Hz	3bps/Hz
Usage				
Bit Rate	<134Mbps	<75Mbps	<75Mbps	<15Mbps
	(20Mhz Ch)	(20Mhz Ch)	(20Mhz Ch)	(5Mhz Ch)

จากข้อมูลด้านบนจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีนี้สามารถตอบสนองความต้องการ ของการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ให้กับพื้นที่ที่ห่างไกลที่สายเคเบิลไม่สามารถลากไปถึงได้เป็นอย่างดี ตลอดจนเพิ่มความสะดวกรบายและประหยัดสำหรับการขยายเครือข่ายในเมืองที่มีอยู่แล้ว นอกจากนี้ WiMAX ยังได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพของคุณภาพในการให้บริการ ซึ่งสามารถรองรับการใช้บริการประเภทเสียง และบริการประเภทข้อมูล ภายใต้เทคโนโลยีการบริหารจัดการทรัพยากรโครงข่ายไร้สาย OFDMA อีกทั้งในเรื่องของความปลอดภัย WiMAX ยังสามารถประยุกต์ใช้วิธีการพิสูจน์ตัวตน (authentication) ก่อนที่จะเข้าหรือออกจากโครงข่ายและข้อมูลต่างๆ ที่รับส่งก็จะได้รับการเข้ารหัสลับ (encryption) อีกด้วย ทำให้การรับส่งข้อมูลบนมาตรฐานตัวนี้มีความปลอดภัยมากขึ้น

2.2 วิธีการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการถูกปฏิเสธของการเข้าใช้บริการ

ในทางวิศวกรรมโทรคมนาคม ความน่าจะเป็นของการถูกปฏิเสธของการเข้าใช้บริการนั้น เป็นค่าที่ใช้ชี้วัดถึงคุณภาพของบริการที่สำคัญ โดยเฉพาะในระบบที่โครงสร้างสามารถตัดสินใจตอบรับหรือปฏิเสธการเรียกตามเงื่อนไขของระบบที่มีความจุจำกัด ซึ่งจะแสดงถึงโอกาสที่การเรียกเข้าใช้บริการในแต่ละครั้งจะถูกปฏิเสธโดยระบบ โดยรูปแบบการคำนวณที่นำมาใช้นั้นจะเป็นการเปรียบเทียบสัดส่วนของการเรียกที่ถูกปฏิเสธในช่วงที่มีความคับคั่งของการเรียก (call congestion) ต่อปริมาณการเรียกทั้งหมด ซึ่งค่าความน่าจะเป็นของการถูกปฏิเสธของการเข้าใช้บริการนั้นจะคำนวณจากสมการที่ 2.1

$$P_B = \frac{\text{Number of blocked call}}{\text{Total call request}} \quad (2.1)$$

โดยค่าความน่าจะเป็นของการถูกปฏิเสธของการเข้าใช้บริการที่มากจะสื่อถึงระบบที่มีคุณภาพการให้บริการไม่ดี จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบการควบคุมการเข้าใช้งานของระบบที่ดี เพื่อเพิ่มคุณภาพการให้บริการและความน่าเชื่อถือให้กับผู้ใช้บริการนั่นเอง

2.3 ทฤษฎีการลดทอนของสัญญาณ (Attenuation)

การลดทอนของสัญญาณ (path attenuation) [4] คือ การลดทอนสัญญาณโดยกำลังส่งของสัญญาณจะถูกทำให้ลดลงตามระยะทางในการส่งสัญญาณ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.2

$$L = -10\gamma \log(d) \quad (2.2)$$

โดย L คือ การลดทอนความแรงของสัญญาณ

γ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน (attenuation factor)

d คือ ระยะห่างระหว่างเสาสัญญาณและเครื่องรับสัญญาณ



ค่าความแรงของสัญญาณที่ผู้รับได้รับนั้นจะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับความแรงสัญญาณที่ส่งจากเสาสัญญาณเสมอ และความแรงของสัญญาณนั้นยังสะท้อนถึงคุณภาพในการให้บริการด้วยเนื่องจากความแรงของสัญญาณที่ได้รับนั้นมีความสัมพันธ์กับอัตราความเร็วในการส่งข้อมูล

2.4 ทฤษฎีการควบคุมการอนุญาตการเรียกเข้าใช้งานระบบ (CAC)

การควบคุมการอนุญาตการเรียกเข้าใช้งานระบบนั้นเป็นทฤษฎีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายซึ่งเป้าหมายของการนำทฤษฎีนี้มาใช้ในการควบคุมการเข้าใช้ก็เพื่อจะรับประกันคุณภาพของบริการของการเรียกที่เข้ามาใหม่และยังคงทำให้การเรียกของทราฟฟิกเดิมที่กำลังดำเนินอยู่ในระบบมีคุณภาพเช่นเดิม และยังเป็นกลไกสำคัญที่ใช้แก้ปัญหาความคับคั่งภายในโครงข่าย โดยการควบคุมทราฟฟิกในโครงข่ายจะขึ้นกับวิธีการตัดสินใจเลือกใช้ในการควบคุมการอนุญาตการเรียกซึ่งมีอยู่หลายวิธีเช่น วิธีการแบ่งโดยสมบูรณ์ (Complete Sharing: CS) ที่ให้ระบบทำการแบ่งแบนด์วิดท์ให้กับผู้ใช้บริการทุกบริการร่วมกัน วิธีการแบ่งส่วนโดยสมบูรณ์ (Complete Partitioning: CP) ที่ระบบทำการแยกแบนด์วิดท์สำหรับแต่ละบริการไว้ก่อนแล้วจึงทำการจัดสรรแบนด์วิดท์สำหรับผู้ใช้บริการแต่ละชนิดบริการ เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีก็จะมีข้อดีข้อเสียต่างกัน โดยการควบคุมการเข้าใช้งานของระบบนั้น ได้ถูกนำมาใช้ควบคุมการเข้าใช้งานในโครงข่ายไร้สายแบบวิวิธพันธุ์ ซึ่งจะพิจารณาถึงความจุของโครงข่ายทุกชนิดที่มีอยู่ในระบบซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด โดยที่จะพิจารณาถึงแบนด์วิดท์ที่เหลืออยู่ของแต่ละโครงข่ายว่าสามารถรองรับการให้บริการใหม่ได้หรือไม่ หากโครงข่ายใดสามารถรองรับได้ก็จะตอบรับการร้องขอ แต่หากมีหลายโครงข่ายที่สามารถรองรับได้แล้ว ระบบก็จะทำการตัดสินใจเลือกโครงข่ายในขั้นต่อไป และเมื่อไม่มีแบนด์วิดท์เหลือในทุกโครงข่ายแล้วระบบก็จะปฏิเสธการร้องขอไป [4]

2.5 ทฤษฎีที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกโครงข่ายที่เหมาะสม (Network selection)

การตัดสินใจเลือกโครงข่ายที่เหมาะสมนั้นมีเป้าหมายเพื่อให้ระบบทำการตัดสินใจเลือกโครงข่ายที่ดีที่สุดให้กับผู้ใช้บริการโดยคำนึงถึงองค์ประกอบหลายๆด้าน ทั้งมุมมองของผู้ให้บริการและมุมมองของผู้ใช้บริการซึ่ง ในมุมมองของผู้ให้บริการนั้นจะสนใจเกี่ยวกับสถานะของโครงข่ายความน่าจะเป็นที่การเรียกถูกปฏิเสธสำหรับการเรียกเข้าของผู้ใช้บริการ และในมุมมองของ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่.....21/11/2555.....
เลขทะเบียน.....246221.....
เลขเรียกหนังสือ.....

ผู้ให้บริการซึ่งต้องการการให้บริการที่ดีที่สุด จะพิจารณาจากหลายๆองค์ประกอบ เช่น ความแรงของสัญญาณที่รับได้ โครงข่ายที่มีแบนด์วิดท์พอเพียง โครงข่ายที่ราคาค่าบริการถูก เป็นต้น โดยจากมุมมองของผู้ให้บริการนั้นสามารถกำหนดการเลือกโดยจัดเป็นปัญหาการตัดสินใจจากหลายๆองค์ประกอบ (Multi-Criterion Decision Making: MCDM) ซึ่งการแก้ปัญหาใน [4] ได้เสนอวิธีการตัดสินใจโดยใช้วิธีการเลือกโครงข่ายจากฟังก์ชันค่าใช้จ่าย (Cost-Function based Network Selection :CFNS) โดยสนใจองค์ประกอบ 2 ชนิด คือ ความหนาแน่นของทราฟฟิกในโครงข่ายและความแรงของสัญญาณที่รับได้ โดยได้เสนอในรูปแบบของสมการดังนี้

กำหนดสัญกรณ์ (notation) ที่ใช้มีดังนี้

C_i คือ ค่าใช้จ่าย (cost) ของโครงข่าย i

w_s คือ ค่าน้ำหนักของความสัมพันธ์ของความแรงสัญญาณที่รับ (relative received signal strength) ได้

S_i คือ ฟังก์ชันของความสัมพันธ์ของความแรงสัญญาณที่รับได้ ของโครงข่าย i

w_g คือ ค่าน้ำหนักของอัตราการขยายของโครงข่าย (Network Gain)

G_i คือ อัตราการขยายของโครงข่าย i

r_i คือ ระยะทางที่ผู้ใช้ อยู่ห่างจากสถานีฐาน (Base station) ของโครงข่าย i

R_i คือ รัศมีครอบคลุมของโครงข่าย i

ABW_i คือ แบนด์วิดท์ที่ใช้งานได้ของโครงข่าย i

BW_i คือ ความจุแบนด์วิดท์ของโครงข่าย i

P_i^C คือ ความแรงของสัญญาณที่รับได้ของผู้ใช้ในโครงข่าย i

P_i^{th} คือ ความแรงสัญญาณขั้นต่ำที่จะทำให้ใช้งานโครงข่าย i ได้

P_i^{\max} คือ ความแรงสัญญาณที่มากที่สุดที่โครงข่าย i ส่ง

γ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน (attenuation factor)

$$C_i = w_g G_i + w_s S_i \quad (2.3)$$

$$w_g + w_s = 1 \quad (2.4)$$

$$G_i = \frac{ABW_i}{BW_i} \quad (2.5)$$

$$S_i = \frac{P_i^C - P_i^{th}}{P_i^{\max} - P_i^{th}} \quad (2.6)$$

$$P_i^C = P_i^{\max} - 10\gamma \log(r_i) \quad (2.7)$$

$$P_i^{th} = P_i^{\max} - 10\gamma \log(R_i) \quad (2.8)$$

$$S_i = 1 - \frac{\log(r_i)}{\log(R_i)}; r_i > 1, R_i > 1 \quad (2.9)$$

$i = \text{Types of Access Networks}$

สมการที่ 2.3 อธิบายถึงฟังก์ชันค่าใช้จ่าย (cost function) ซึ่งจะหาค่าใช้จ่าย (cost) ได้จากผลรวมของฟังก์ชันอัตราขยายของโครงข่าย (network gain) และฟังก์ชันของความสัมพันธ์ของความแรงสัญญาณที่รับได้ ที่มีการถ่วงน้ำหนักของแต่ละฟังก์ชันเพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกโครงข่ายที่เหมาะสม ในส่วนของสมการที่ 2.4 จะอธิบายถึงความสัมพันธ์ของค่าน้ำหนักถ่วงของแต่ละฟังก์ชัน ซึ่งกำหนดให้มีผลรวมเท่ากับ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการปรับค่าให้เป็นค่ามาตรฐาน (normalization) สมการที่ 2.5 แสดงถึงฟังก์ชันอัตราขยายของโครงข่ายที่แสดงถึงความหนาแน่นของโครงข่าย ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างแบนด์วิดท์ที่ใช้งานได้ต่อแบนด์วิดท์ทั้งหมด และสมการ 2.6- 2.9 อธิบายถึงที่มาของฟังก์ชันความสัมพันธ์ของความแรงสัญญาณที่รับได้ โดยเริ่มจากสมการที่ 2.6 ซึ่งเป็นที่มาของฟังก์ชันความสัมพันธ์ของความแรงสัญญาณที่รับได้ ต่อมาสมการที่ 2.7 อธิบายถึงค่าความแรงของสัญญาณที่รับได้ ซึ่งคำนวณได้จากค่าความแรงของ

สัญญาณที่ส่งมาจากระบบ แล้วความแรงของสัญญาณจะลดลงด้วยการลดทอนของสัญญาณ (path attenuation) เช่นเดียวกับสมการที่ (2.8) ซึ่งอธิบายถึงค่าความแรงของสัญญาณขั้นต่ำหากค่าสัญญาณที่รับได้มีค่าน้อยกว่าค่านี การเชื่อมต่อจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ และสมการที่ 2.9 เกิดจากการแทนค่าของสมการที่ 2.7 และ 2.8 ลงในสมการที่ 2.6 เพื่อทำการลดรูปให้เกิดความง่ายต่อการคำนวณ ซึ่งสมการที่ใช้ในการตัดสินใจนี้จะทำการหาค่าใช้จ่าย ของทุกโครงข่ายออกมาก และทำการเลือกค่าที่มีค่าใช้จ่ายมากที่สุด เพื่อแสดงให้เห็นถึงโครงข่ายที่เหมาะสมกับผู้ใช้บริการมากที่สุดนั่นเอง ซึ่งองค์ประกอบที่ใช้ในการพิจารณาเลือกระบบนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงตามมุมมองและความสนใจ ได้โดยที่จะต้องใช้การทำให้เป็นมาตรฐาน และความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบจะต้องเป็นอิสระต่อกันซึ่งเป็นข้อจำกัดของวิธีตัดสินใจนี้ด้วย