บทที่ 2

แนวคิด ผลงานที่ผ่านมาและขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์โดยใช้ฟัซซีลอจิก

2.1 ขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์โดยใช้ระดับความแรงสัญญาณที่รับได้

ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ที่ใช้งานจริงในปัจจุบัน การตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์จากสถานีฐานหนึ่งไปอีกสถานีฐานหนึ่งจะเกิดขึ้นได้ตามเงื่อนไขต่อไปนี้ [2]

$$RSS_AVG_REL_{i,s} = RSS_AVG_{i} - RSS_AVG_{s} \geq HYS \qquad (2.1)$$

โดย $RSS_AVG_REL_{i,s}$ คือ ผลต่างระหว่าง RSS_AVG_{i} กับ RSS_AVG_{s}

RSS_AVG_{i} คือ ระดับความแรงสัญญาณที่ได้รับเฉลี่ยจากสถานีฐานประชิด i

RSS_AVG_{s} คือ ระดับความแรงสัญญาณที่ได้รับเฉลี่ยจากสถานีฐานที่สถานีเคลื่อนที่รับบริการอยู่

HYS คือ ระดับฮิสเตอริซีส

2.1.1 การเฉลี่ยระดับความแรงสัญญาณ

การเฉลี่ยระดับความแรงสัญญาณเป็นการนำระดับความแรงสัญญาณที่รับได้ในปัจจุบันและอดีตมาเฉลี่ยดังสมการที่ (2.2) และรูปที่ 2.1

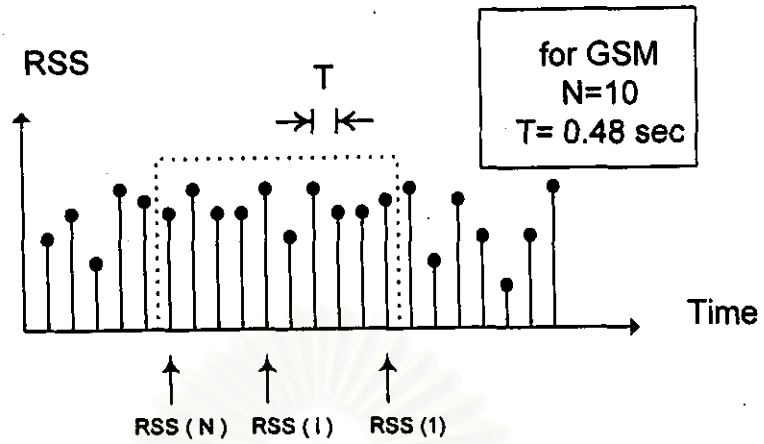
$$RSS_AVG = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} RSS(i) \qquad (2.2)$$

โดย $RSS(i)$ คือระดับความแรงสัญญาณในอดีตที่ i

$RSS(1)$ คือระดับความแรงสัญญาณปัจจุบัน

การเฉลี่ยสัญญาณเป็นการลดผลความแปรปรวนของระดับความแรงสัญญาณได้ส่วนหนึ่งแต่การเฉลี่ยด้วยกลุ่มตัวอย่างจำนวนมากเกินไปทำให้การเรียกเกิดการดร็อปสูงเนื่องจากการแฮนด์โอเวอร์ช้าเกินไป (Delayed Handover) ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ใช้จำนวนตัวอย่างในการเฉลี่ย 10 ตัวอย่าง ($N = 10$)

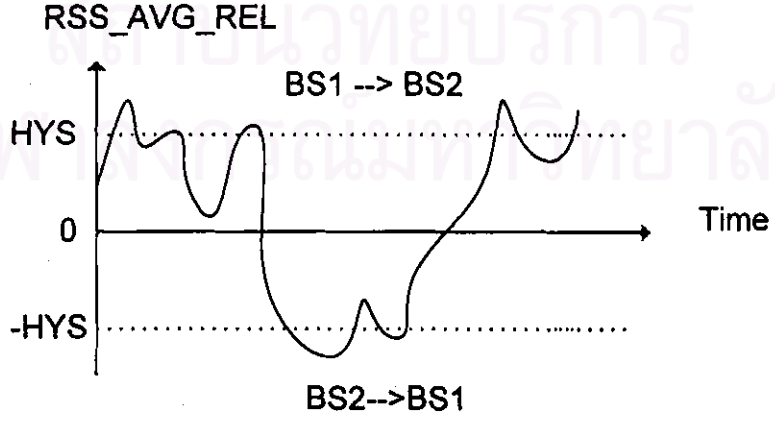
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.1 การเฉลี่ยระดับความแรงสัญญาณ

2.1.2 ระดับฮีสเตอริซีส

ฮีสเตอริซีสเป็นระดับที่ใช้กำหนดว่าระดับความแรงสัญญาณที่ได้รับจากสถานีฐานข้างเคียงที่สถานีเคลื่อนที่จะแฮนด์โอเวอร์ไปควรมากกว่าระดับความแรงสัญญาณที่ได้รับจากสถานีฐานที่กำลังให้บริการอยู่มากน้อยเพียงใด ฮีสเตอริซีสช่วยลดปรากฏการณ์การแฮนด์โอเวอร์กลับไปกลับมา (Ping - Pong effect) โดยเฉพาะบริเวณขอบเซลล์ที่ระดับความแรงสัญญาณมีความไวต่อการรบกวนของเฟดดิงทำให้มีการแฮนด์โอเวอร์ได้ง่าย แต่การกำหนดค่าฮีสเตอริซีสที่มากเกินไปจะทำให้การแฮนด์โอเวอร์ช้าเกินไป ดังนั้นจึงควรกำหนดให้เหมาะสม การแฮนด์โอเวอร์โดยใช้ระดับฮีสเตอริซีสแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์โดยใช้ระดับฮีสเตอริซีส

2.2 ขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์แบบฟัซซีโดยใช้ระดับความแรงสัญญาณที่รับได้และระยะห่างจากสถานีฐาน

ในปี 1995 G. Edwards และ R. Sankar ได้เสนออัลกอริทึมการตัดสินใจในการแฮนด์โอเวอร์ที่นำเอาระยะห่างจากสถานีฐานมาใช้ร่วมกับระดับความแรงสัญญาณ (*RSS*) โดยใช้หลักการของฟัซซีลอจิกที่ริเริ่มและพัฒนาโดย L. Zadeh โดยศึกษาผลการจำลองแบบในระบบไมโครเซลล์ [6]

ระบบแบบฟัซซีที่เสนอเป็นแบบ 2 ตัวแปรขาเข้าคือระดับความแรงสัญญาณ และระยะห่างจากสถานีฐาน 1 ตัวแปรขาออกคือ Handover factor ซึ่งใช้ในการตัดสินใจในการแฮนด์โอเวอร์ ขั้นตอนของอัลกอริทึมสามารถแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนย่อยคือ

1.ขั้นตอนที่เกี่ยวกับฟัซซี

- Fuzzification
- Inference
- Defuzzification

2.ขั้นตอนการตัดสินใจ

2.2.1 ขั้นตอนที่เกี่ยวกับฟัซซี

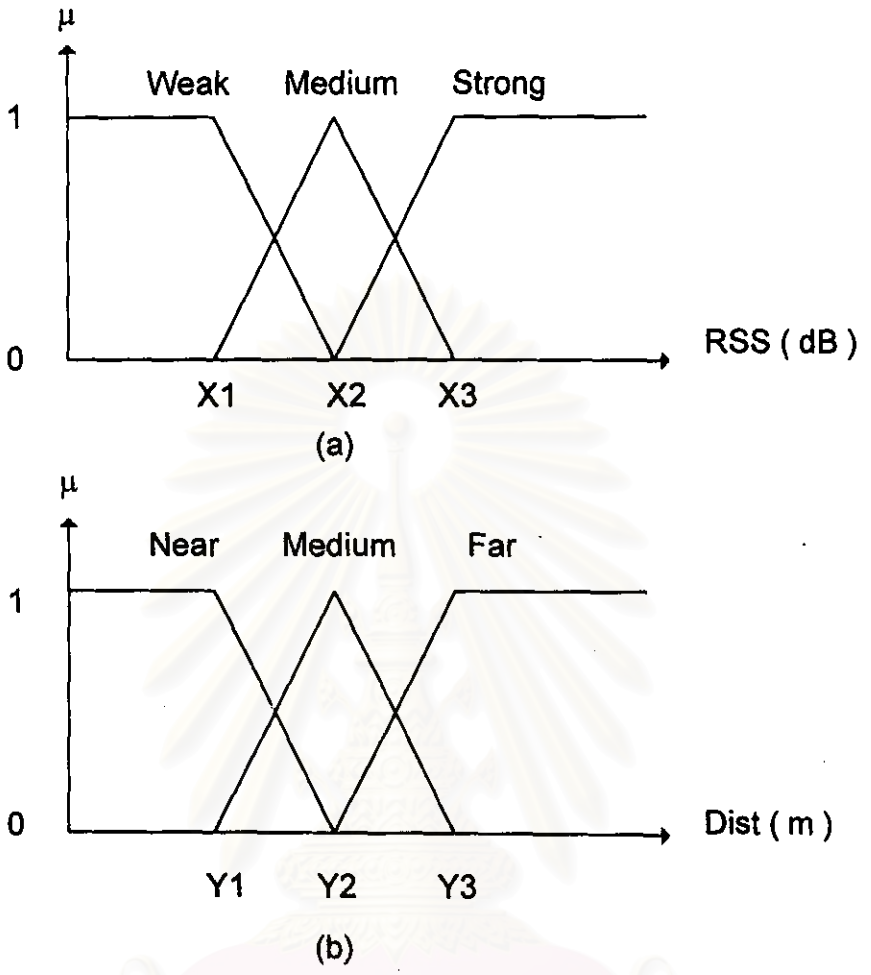
สำหรับหลักการที่เกี่ยวกับฟัซซีพื้นฐานสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก [8] , [9] สำหรับหัวข้อต่อไปนี้จะแสดงการนำมาใช้ประโยชน์ของอัลกอริทึมในงานวิจัยของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

2.2.1.1 Fuzzification

2 ตัวแปรขาเข้าคือระดับความแรงสัญญาณ (ไม่ใช้การเฉลี่ยสัญญาณในขั้นตอนฟัซซี) และระยะห่างจากสถานีฐาน (Dist) ถูกกำหนดเป็นเซตตัวแปรแบบฟัซซีที่มีสมาชิกในเซตดังนี้

RSS	$\in$	{ Weak , Medium , Strong }	แทนด้วย { A11 , A12 , A13 }
Dist	$\in$	{ Near , Medium , Far }	แทนด้วย { A21 , A22 , A23 }

โดยมีการกำหนด Membership function ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การกำหนด Membership function

(a) ระดับความแรงสัญญาณ (b) ระยะห่างจากสถานีฐาน

2.2.1.2 Inference

เป็นขั้นตอนการกำหนดเงื่อนไขด้วยนิพจน์

" ถ้าระดับความแรงสัญญาณเป็น A1 และระยะห่างจากสถานีฐานเป็น A2 แล้ว Handover factor เป็น B "

เนื่องจาก Handover factor ซึ่งเป็นตัวแปรขาออกแบบฟัซซีถูกกำหนดให้มีสมาชิกในเซตดังนี้

Handover factor $\in$ { NOHO , WAIT , HO } แทนด้วย {B1 , B2 , B3 }

หมายเหตุ : ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แทนสมาชิกในเซตของ Handover factor จาก Low ,Medium และ High ซึ่งอ้างอิงใน [6] ด้วย NOHO (สถานะไม่มีการแฮนด์โฮเวอร์) , WAIT (สถานะรอการตัดสินใจ) และ HO (สถานะให้มีการแฮนด์โฮเวอร์) ซึ่งสื่อความหมายได้ดีกว่า

ดังนั้นสามารถหารูปแบบของ Inference ที่เป็นไปได้ทั้งหมด 3^9 รูปแบบ แต่สำหรับที่เสนอใน [6] เป็น 1ใน Inference ที่สมเหตุสมผลทั้งในสภาพความเป็นจริงที่ควรมีหรือไม่มีการแฮนด์โอเวอร์และการจัดรูปแบบให้มีสมมาตรของตารางแสดง Inference แบบ FAMs แสดงดัง ตารางที่ 2 .1

ตารางที่ 2.1 ตาราง FAMs ที่เสนอในการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์แบบฟัซซีโดยใช้ระดับความแรงสัญญาณที่รับได้และระยะห่างจากสถานีฐาน

Dist \ RSS	Weak	Medium	Strong
Near	WAIT	NOHO	NOHO
Medium	HO	WAIT	NOHO
Far	HO	HO	WAIT

การหา Membership function ของ Handover factor ในแต่ละระดับคือ { NOHO , WAIT , HO } เนื่องจากตัวแปรขาเข้าเชื่อมด้วย { ..... และ..... } ทำให้หาค่า Membership function ของ Handover factor ได้จากสมการ (2.3)

$$\mu_B = \min \{ \mu_{A1} , \mu_{A2} \} \qquad (2.3)$$

2.2.1.3 Defuzzification

ในขั้นตอน Defuzzification นี้จะใช้วิธี Centroid เนื่องจากเป็นวิธีที่ให้ความสำคัญกับสถานะของตัวแปรขาออกทุกกรณีดังสมการ (2.4)

$$\text{Handover factor} = \sum_{i=1}^{3} \mu_{Bi} W_{Bi} \; / \; \sum_{i=1}^{3} \mu_{Bi} \qquad (2.4)$$

โดยกำหนดให้

$W_{B1} = 1$, $W_{B2} = 2$, $W_{B3} = 3$

การกำหนดน้ำหนักให้แก่สถานะของตัวแปรขาออก เพื่อให้ค่าที่ออกมามีค่าระหว่าง0-3 โดยให้น้ำหนักของสถานะ HO สูงที่สุด สำหรับสถานะ WAIT และ NOHO มีค่าลดลงตามลำดับ

2.2.2 ขั้นตอนการตัดสินใจ

ในหัวข้อ 2.2.1 จะต้องหาค่า Handover Factor ทุก ๆ 0.48 วินาที (โดยอ้างอิงตามระบบ GSM) โดยหาค่า Handover Factor ทั้งของสถานีฐานที่ให้บริการและสถานีฐานข้างเคียง โดยการแฮนด์โอเวอร์จากสถานีฐานที่ให้บริการไปสถานีฐานข้างเคียงจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อ

$$\text{Handover factor}_{\text{Service}} > \text{Handover factor}_{\text{Neighbour}} \qquad (2.5)$$

2.3 ขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์แบบฟัซซีโดยใช้ระดับความแรงสัญญาณที่รับได้ , ระยะห่างจากสถานีฐาน และ อัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่ (วิธีที่เสนอ)

2.3.1 อัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่ (Mobile Station ' s Moving rate)

อัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่เป็นพารามิเตอร์ที่แสดงความพยายามเคลื่อนที่เข้าหรือออกของสถานีเคลื่อนที่จากสถานีฐานตามแนวรัศมีเซลล์ โดยเมื่อค่าดังกล่าวมีค่ามากแสดงว่ามีโอกาสที่ออกจากเซลล์ที่ให้บริการเร็วกว่ากรณีที่ค่าดังกล่าวมีค่าต่ำ ระบบจึงควรให้ความสำคัญในการแฮนด์โอเวอร์แก่สถานีเคลื่อนที่ดังกล่าวก่อนสำหรับสถานีเคลื่อนที่ที่มีอัตราการเคลื่อนที่ต่ำสามารถประวิงเวลาการแฮนด์โอเวอร์จนกระทั่งความแรงสัญญาณที่ได้รับจากสถานีฐานที่ให้บริการมีค่าต่ำใกล้ค่า RSS_low_TH โอกาสการแฮนด์โอเวอร์ของสถานีเคลื่อนที่จะเพิ่มขึ้นและมีการแฮนด์โอเวอร์ในที่สุด นอกจากนี้พารามิเตอร์นี้มีข้อดีกว่าระยะทางจากสถานีฐานเมื่อสถานีเคลื่อนที่เคลื่อนที่บริเวณขอบเซลล์เป็นเวลานาน เนื่องจากถ้าใช้พารามิเตอร์ดังกล่าว ตำแหน่งที่สถานีเคลื่อนที่อยู่มีโอกาสในการแฮนด์โอเวอร์ไปอีกสถานีฐานหนึ่งและโอกาสที่จะมีการแฮนด์โอเวอร์กลับมีสูง แต่ถ้าใช้อัตราการเคลื่อนที่ของสถานีฐาน การเคลื่อนที่ในลักษณะนี้ค่าดังกล่าวจะมีค่าต่ำเพราะไม่ใช่การเคลื่อนที่ออกหรือเข้าในแนวรัศมี การแฮนด์โอเวอร์จึงมีโอกาสเกิดยากขึ้น การแฮนด์โอเวอร์กลับไปกลับมาในบริเวณขอบเซลล์จึงไม่เกิดขึ้นมาก

อัตราการเคลื่อนที่ (Moving rate : MR) นิยามดังสมการที่ (2.6)

$$MR = (Dist_s (t+T) - Dist_s (t)) / T \qquad (2.6)$$

โดย $Dist_s (t)$ คือ ระยะห่างจากสถานีฐานที่ให้บริการที่เวลาใด ๆ

T คือ คาบเวลาในการตรวจตราความแรงสัญญาณ (GSM : 0.48 วินาที)

สาเหตุที่ต้องนำคาบเวลา (T) มาหารแทนที่จะพิจารณาเฉพาะผลต่างของระยะทางที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่คาบเวลาที่ใช้ในการตรวจตราความแรงสัญญาณมีค่าแตกต่างกันไป การนำคาบเวลาดังกล่าวมาใช้ในการคำนวณจึงเป็นการทำให้พารามิเตอร์อัตราการเคลื่อนที่เป็นที่เข้าใจตามหลักการเดียวกัน

2.3.2 ขั้นตอนการแฮนด์โอเวอร์ที่ใช้อัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่มาร่วมตัดสินใจ

2.3.2.1 ขั้นตอนที่ไม่ใช้ระดับฮีสเตอริซีส (แบบที่ 1)

เป็นขั้นตอนที่ใช้พารามิเตอร์ในการพิจารณา 3 ตัวคือระดับความแรงสัญญาณ ,ระยะห่างจากสถานีฐานที่ให้บริการ และอัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่เป็นตัวแปรขาเข้าของกระบวนการฟัซซีโดยตัวแปรขาออกที่ได้ (Handover Consideration :HC) ใช้ในการกำหนดสถานะการแฮนด์โอเวอร์แก่สถานีเคลื่อนที่

2.3.2.1.1 Fuzzification

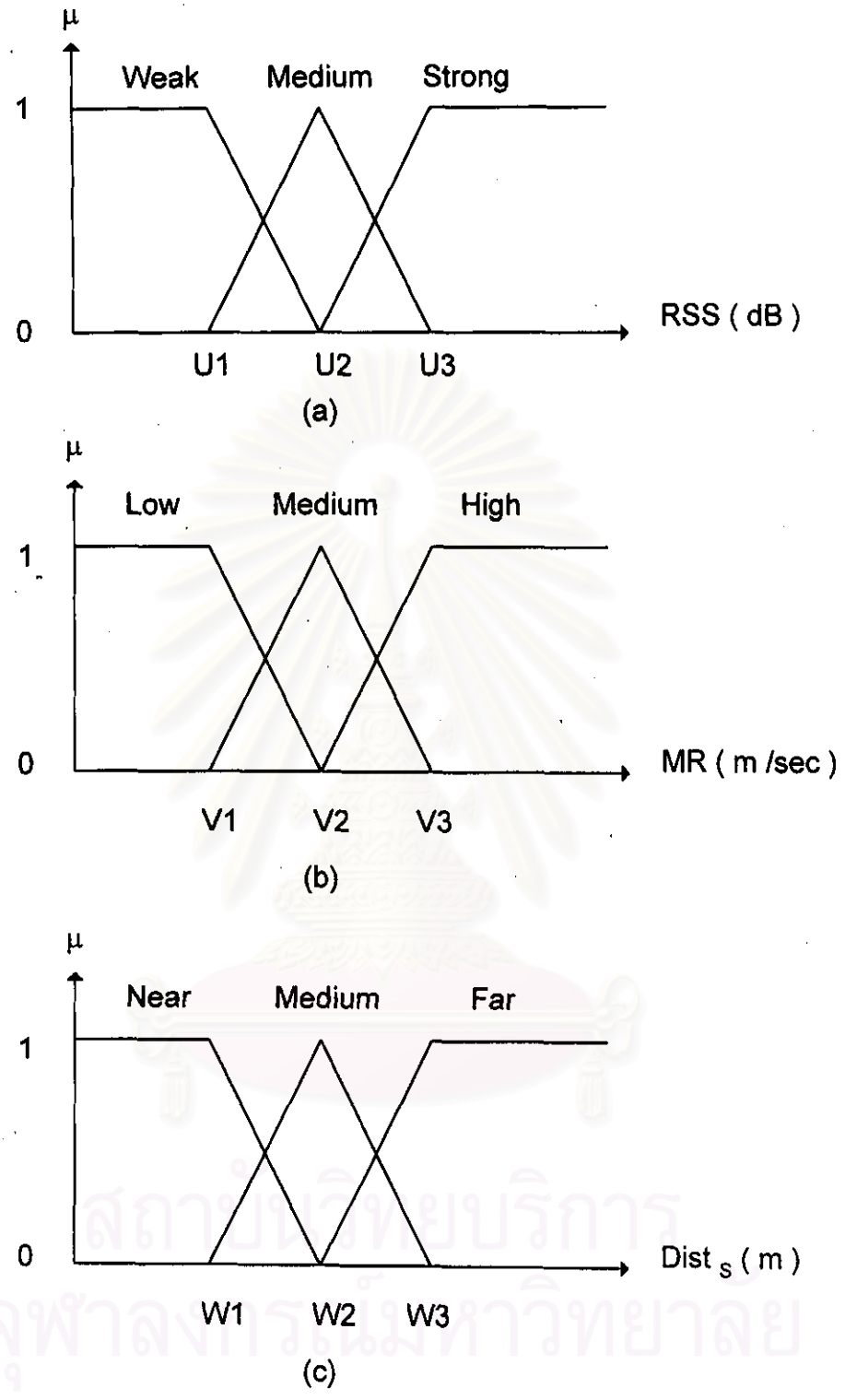
3 ตัวแปรขาเข้าคือระดับความแรงสัญญาณ (ไม่ใช้การเฉลี่ยสัญญาณในขั้นตอนฟัซซี) ,ระยะห่างจากสถานีฐานที่ให้บริการ และอัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่ถูกกำหนดเป็นเซตตัวแปรแบบฟัซซีที่มีสมาชิกในเซตดังนี้

$RSS \in$ { Weak , Medium , Strong } แทนด้วย { A11 , A12 , A13 }

$Dist_s \in$ { Near , Medium , Far } แทนด้วย { A21 , A22 , A23 }

$MR \in$ { Low , Medium , High } แทนด้วย { A31 , A32 , A33 }

โดยมีการกำหนด Membership function ดังรูปที่ 2.4 (a) , (b) , (c)



รูปที่ 2.4 การกำหนด Membership function

(a) ระดับความแรงสัญญาณ (b) อัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่

(c) ระยะห่างจากสถานีฐานที่ให้บริการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3.2.1.2 Inference

กำหนดเงื่อนไขด้วยนิพจน์

" ถ้าระดับความแรงสัญญาณเป็น A1 และระยะห่างจากสถานีฐานที่ให้บริการเป็น A2 และอัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่เป็น A3 แล้ว Handover Consideration เป็น B "

โดย Handover Consideration (HC) ถูกกำหนดให้มีสมาชิกในเซตดังนี้

HC ∈ { NOHO , WAIT , HO } แทนด้วย { B1 , B2 , B3 }

และเนื่องจากอัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่มี 2 สถานะ (+ และ -) ซึ่งมี Inference ต่างกันดังนั้นสามารถหารูปแบบ Inference ที่เป็นไปได้ทั้งหมด 3^{54} รูปแบบ แต่สำหรับที่เสนอ 2 รูปแบบเป็น Inference ที่สมเหตุสมผลทั้งในสภาพความเป็นจริงที่ควรมีหรือไม่มีการแฮนด์โอเวอร์และการจัดรูปแบบให้มีสมมาตรของตารางในแนวทแยงดังต่อไปนี้

1) วิธีที่จัดรูปแบบการ Inference โดยเริ่มจากระดับความแรงสัญญาณและระยะห่างจากสถานีฐานที่ให้บริการ

พิจารณาตารางที่ 2.1 (โดย Dist หมายถึง $Dist_S$)

- ให้ตารางที่ 2.1 เป็นกรณีแสดงสถานะของ HC เมื่อ MRมีสถานะ High และมีค่าบวก
- กรณีที่ MR มีสถานะลดลง 1 สถานะเช่น จาก High เป็น Medium หรือจาก Medium เป็น Low ให้ HC ลดลง 1 สถานะ
- กรณีที่ MR มีค่าเป็นลบ ให้ HC มีค่าลดลง 1 สถานะจากกรณีที่มีค่าเป็นบวก

ดังนั้นสามารถแสดงสถานะ HC ทุกกรณีของตัวแปรขาเข้าดังตารางที่ 2.2

2) วิธีที่จัดรูปแบบการ Inference โดยเริ่มจากระดับความแรงสัญญาณและอัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่

พิจารณาตารางที่ 2.3 (จัดตาราง FAMs โดยเริ่มจากระดับความแรงสัญญาณและอัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่ให้มีสถานะของ HC สมมาตรตามแนวทแยง)

- ให้ตารางที่ 2.3 เป็นกรณีแสดงสถานะของ HC เมื่อ $Dist_S$ มีสถานะ Far
- กรณีที่ $Dist_S$ มีสถานะลดลง 1 สถานะเช่น จาก Far เป็น Medium หรือ จาก Medium เป็น Near ให้HC ลดลง 1 สถานะ
- กรณีที่ MR มีค่าเป็นลบ ให้ HC มีค่าลดลง 1 สถานะจากกรณีที่มีค่าเป็นบวก

ดังนั้นสามารถแสดงสถานะ HC ทุกกรณีของตัวแปรขาเข้าดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.2 ตาราง FAMs ของการ Inference แบบที่ 1
เมื่อสถานะของระยะห่างจากสถานีฐานเป็น (a) Far (b) Medium (c) Near

Dist : Far

MR \ RSS	Weak	Medium	Strong
Low	NOHO	NOHO	NOHO
	NOHO	NOHO	NOHO
Medium	WAIT	WAIT	NOHO
	NOHO	NOHO	NOHO
High	HO	HO	WAIT
	WAIT	WAIT	NOHO

(a)

Dist : Medium

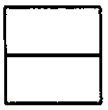
MR \ RSS	Weak	Medium	Strong
Low	NOHO	NOHO	NOHO
	NOHO	NOHO	NOHO
Medium	WAIT	NOHO	NOHO
	NOHO	NOHO	NOHO
High	HO	WAIT	NOHO
	WAIT	NOHO	NOHO

(b)

Dist : Near

MR \ RSS	Weak	Medium	Strong
Low	NOHO	NOHO	NOHO
	NOHO	NOHO	NOHO
Medium	NOHO	NOHO	NOHO
	NOHO	NOHO	NOHO
High	WAIT	NOHO	NOHO
	NOHO	NOHO	NOHO

(c)



MR (positive)
MR (negative)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.3 ตาราง FAMs ระหว่างระดับความแรงสัญญาณและอัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่กรณีที่ระยะห่างจากสถานีฐานที่ให้บริการมีสถานะเป็น Far

MR \ RSS	Weak	Medium	Strong
Low	WAIT	NOHO	NOHO
Medium	HO	WAIT	NOHO
High	HO	HO	WAIT

การหา Membership function ของ Handover Consideration ในแต่ละระดับ B (Low , Medium , High) เนื่องจากตัวแปรขาเข้าเชื่อมด้วย { .... และ....และ.... } หาได้จาก

$$\mu_B = \min \{ \mu_{A1}, \mu_{A2}, \mu_{A3} \} \quad (2.7)$$

2.3.2.1.3 Defuzzification

ในขั้นตอน Defuzzification นี้จะใช้วิธี Centroid ดังสมการที่ (2.8)

$$HC = \sum_{i=1}^{3} \mu_{Bi} W_{Bi} \; / \; \sum_{i=1}^{3} \mu_{Bi} \quad (2.8)$$

การแฮนด์โอเวอร์จะเกิดเมื่อ $HC \geq HC_{SET}$

เมื่อ HC_{SET} ค่าเทรชโฮลด์ของ HC ที่ใช้ในการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์

หมายเหตุ : ค่า HC_{SET} ที่ใช้ จะกล่าวในบทที่ 3

ตารางที่ 2.4 ตาราง FAMs ของการ Inference แบบที่ 2
เมื่อสถานะของระยะห่างจากสถานีฐานเป็น (a) Far (b) Medium (c) Near

Dist : Far

MR \ RSS	Weak	Medium	Strong
Low	WAIT	NOHO	NOHO
	NOHO	NOHO	NOHO
Medium	HO	WAIT	NOHO
	WAIT	NOHO	NOHO
High	HO	HO	WAIT
	WAIT	WAIT	NOHO

(a)

Dist : Medium

MR \ RSS	Weak	Medium	Strong
Low	NOHO	NOHO	NOHO
	NOHO	NOHO	NOHO
Medium	WAIT	NOHO	NOHO
	NOHO	NOHO	NOHO
High	WAIT	WAIT	NOHO
	NOHO	NOHO	NOHO

(b)

Dist : Near

MR \ RSS	Weak	Medium	Strong
Low	NOHO	NOHO	NOHO
	NOHO	NOHO	NOHO
Medium	NOHO	NOHO	NOHO
	NOHO	NOHO	NOHO
High	NOHO	NOHO	NOHO
	NOHO	NOHO	NOHO

(c)

MR (positive)
MR (negative)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3.2.2 ขั้นตอนที่ใช้ระดับฮีสเตอริซีส (แบบที่ 2)

เป็นขั้นตอนที่ปรับปรุงจากอัลกอริทึมดั้งเดิม โดยมีการใช้ระดับฮีสเตอริซีส (*HYS*) เพื่อกำหนดขอบเขตการแฮนด์โอเวอร์ให้อยู่ในบริเวณขอบเซลล์ที่ให้บริการ ซึ่งจะแม่นยำมากน้อยเท่าใดขึ้นกับระดับเฟดดิงที่มีในระบบ เมื่อเข้าเขตดังกล่าวซึ่งจะมีความแรงสัญญาณที่รับได้มากกว่าค่า RSS_low_ TH อยู่ระดับหนึ่ง จะมีการใช้พารามิเตอร์ 2 ตัวคือระดับความแรงสัญญาณกับอัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่เป็นตัวแปรขาเข้าของกระบวนการฟัซซีโดยตัวแปรขาออกที่ได้จากกระบวนการฟัซซี (Handover Consideration) ใช้ในการกำหนดสถานะการแฮนด์โอเวอร์แก่สถานีเคลื่อนที่

2.3.2.2.1 Fuzzification

2 ตัวแปรขาเข้าคือระดับความแรงสัญญาณ (ไม่ใช้การเฉลี่ยสัญญาณในขั้นตอนฟัซซี) และอัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่ถูกกำหนดเป็นเซต

ตัวแปรแบบฟัซซีที่มีสมาชิกในเซตดังนี้

RSS ∈ { Weak , Medium , Strong } แทนด้วย { A11 , A12 , A13 }

MR ∈ { Low , Medium , High } แทนด้วย { A31 , A32 , A33 }

โดยมีการกำหนด Membership function ดังรูปที่ 2.5 (a) , (b)

2.3.2.2.2 Inference

กำหนดเงื่อนไขด้วยนิพจน์

" ถ้าระดับความแรงสัญญาณเป็น A1 และอัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่เป็น A3 แล้ว Handover Consideration เป็น B "

โดย Handover Consideration ถูกกำหนดให้มีสมาชิกในเซตดังนี้

HC ∈ { NOHO , WAIT , HO } แทนด้วย { B1 , B2 , B3 }

และเนื่องจากอัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่มี 2 สถานะ (+ และ -) ซึ่งมี Inference ต่างกันดังนั้นสามารถหารูปแบบของ Inference ที่เป็นไปได้ทั้งหมด 3^{18} รูปแบบ แต่สำหรับที่เสนอ 2 รูปแบบเป็นการ Inference ที่สมเหตุสมผลทั้งในสภาพความเป็นจริงที่ควรมีหรือไม่มีการแฮนด์โอเวอร์และการจัดรูปแบบให้มีสมมาตรของตารางดังต่อไปนี้

1)วิธีที่จัดรูปแบบInferenceโดยเริ่มจากระดับความแรงสัญญาณและระยะห่างจากสถานีฐานที่ให้บริการ

สามารถแสดงสถานะ HC ทุกกรณีของตัวแปรขาเข้าดังตารางที่ 2.2 (a)

2)วิธีที่จัดรูปแบบInferenceโดยเริ่มจากระดับความแรงสัญญาณและอัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่

สามารถแสดงสถานะ HC ทุกกรณีของตัวแปรขาเข้าดังตารางที่ 2.4 (a)

การหา Membership function ของ Handover Consideration ในแต่ละระดับ B (Low , Medium , High) เนื่องจากตัวแปรขาเข้าเชื่อมด้วย { .... และ.... } ทำให้หาค่า Handover Consideration จาก

$$\mu_B = \min \{ \mu_{A1} , \mu_{A3} \} \qquad (2.9)$$

2.3.2.2.3 Defuzzification

ในขั้นตอน Defuzzification นี้จะใช้วิธี Centroid ดังสมการที่ 2.8

การแฮนด์โอเวอร์จะเกิดเมื่อ $HC \geq HC_{SET}$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย