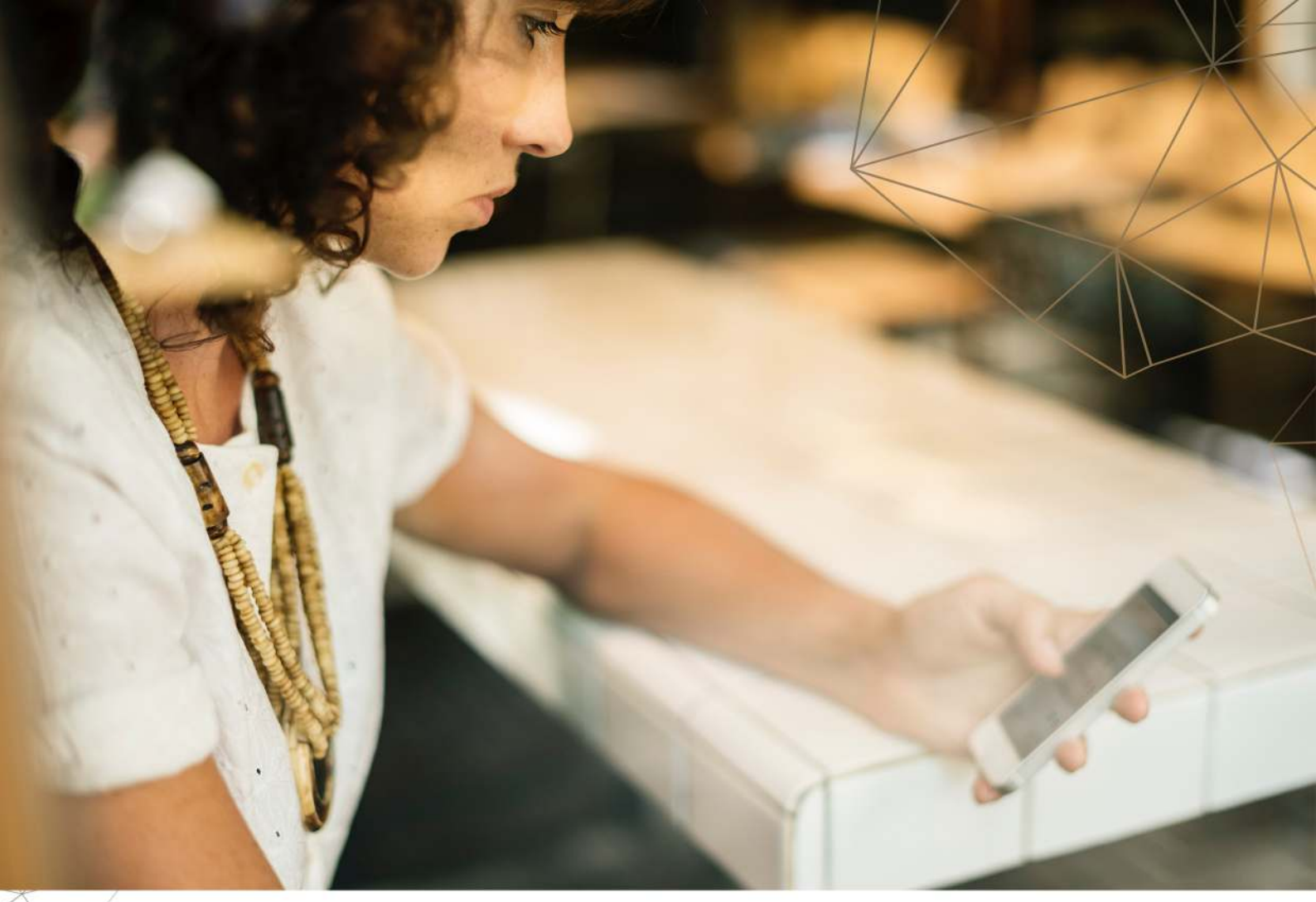
CHULA ENGINEERING
Foundation toward Innovation

คลื่นมือถือ 2300 MHz ไปรบกวนคลื่น WiFi 2400 MHz ได้อย่างไร

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ นาคพีระยุทธ
ห้องปฏิบัติการวิจัยการประมวลผลสัญญาณดิจิทัล
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(เผยแพร่เมื่อ 5 กรกฎาคม 2561)



คงมีคนแปลกใจ ว่าการรบกวน เกิดขึ้นได้อย่างไร?

ไม่น่าเป็นไปได้ เพราะความถี่อยู่ห่างกันหลายสิบ MHz เครื่องส่งสัญญาณมือถือมีคุณภาพสูงคงไม่ส่งสัญญาณล้นเกินมากินแดนได้ขนาดนั้น เหตุการณ์นี้นับเป็นกรณีพิเศษที่ไม่น่าเกิดขึ้นบ่อย

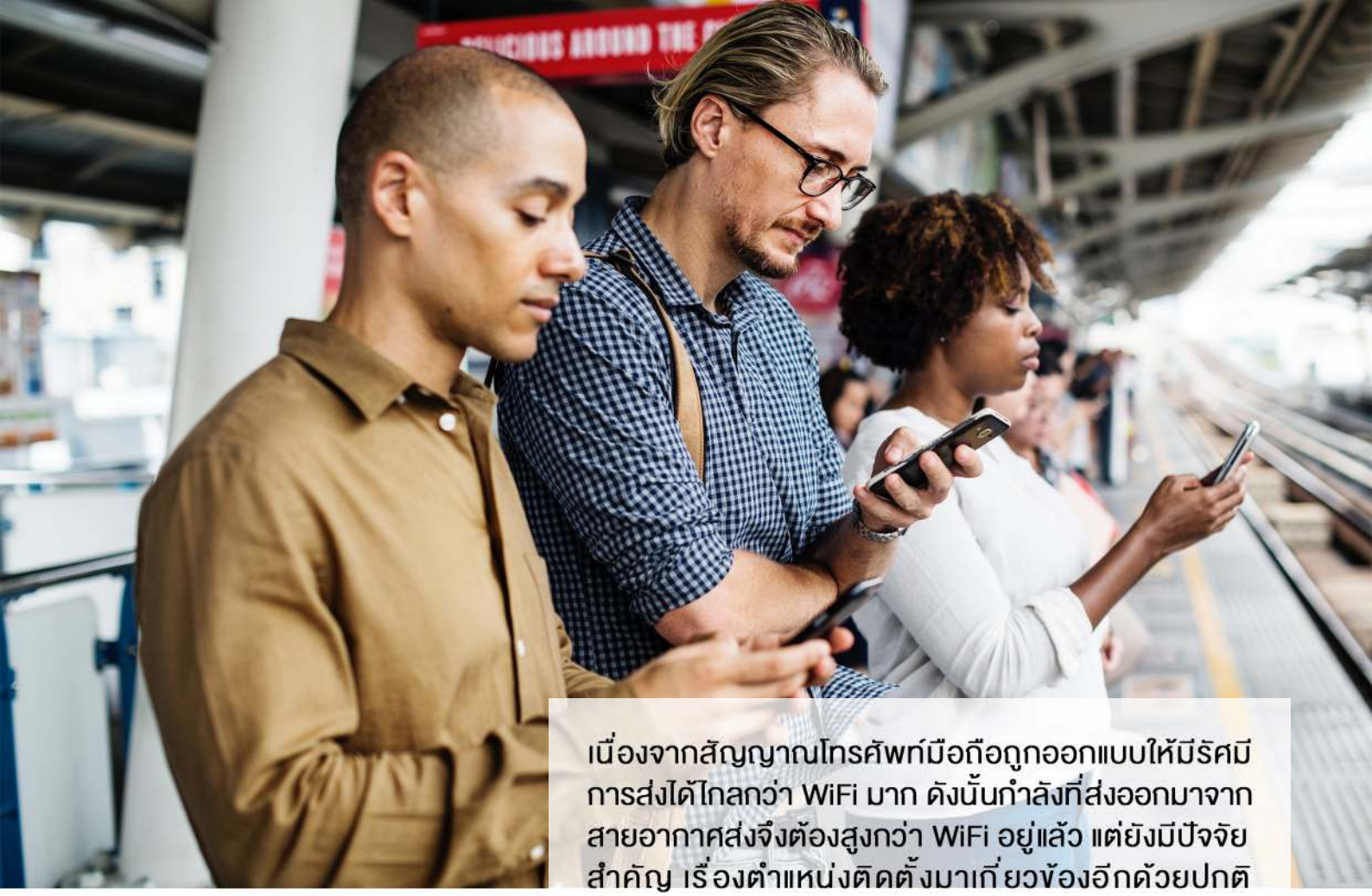
การอธิบายกลไกการรบกวนกันนี้จะต้องเข้าใจในสองประเด็นคือ เรื่อง image frequency ของเครื่องรับ และสาเหตุที่กำลังงานของสัญญาณรบกวนสูงกว่าสัญญาณ WiFi มากเป็นพิเศษอันเนื่องมาจากสภาพการติดตั้งใช้งานของทั้งสองระบบ

IMAGE FREQUENCY คืออะไร

เครื่องรับสัญญาณวิทยุ (RF) ในปัจจุบันส่วนมาก รวมถึงอุปกรณ์ WiFi จะออกแบบภาครับเป็นระบบ heterodyne ซึ่งมีข้อดีคือ มี dynamic range ที่กว้าง สามารถรับสัญญาณที่มีขนาดใหญ่มาก จนถึงเล็กมากที่มีกำลังงานต่างกันเป็นพันล้านเท่าได้ (90dB) ทำให้สามารถใช้งานรับส่งได้ในระยะทางใกล้ๆไปจนถึงไกลมากๆ ต่างกันเป็นพันเท่าได้ แต่มีข้อเสียคือ จะถูกรบกวนโดย **image frequency** ได้ ซึ่งโดยปกติแล้วปัญหานี้สามารถป้องกันได้ไม่ยาก

เครื่องรับระบบ heterodyne จะแปลงสัญญาณวิทยุ (RF) ที่ความถี่ที่ต้องการรับ (ซึ่งอาจมีได้หลายช่อง) ให้ย้ายความถี่ลงมาอยู่ที่ความถี่คงที่ค่าหนึ่ง เรียกว่าความถี่ IF (Intermediate Frequency) ไม่ว่าจะเลือกรับ RF ช่องใดก็ตาม ความถี่ IF จะคงที่เสมอ ทำให้สะดวกในการขยายสัญญาณ IF ที่มีขนาดเล็กให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ก่อนนำไปประมวลผลต่อไป วิธีการย้ายความถี่ RF จะใช้การสร้างสัญญาณ LO (Local Oscillator) ขึ้นมาอีกสัญญาณหนึ่งให้มีความถี่ต่ำกว่าความถี่ RF ที่ต้องการรับเท่ากับความถี่ IF พอดี เช่น ถ้าต้องการรับสัญญาณ WiFi ช่อง 11 ความถี่ RF 2462 MHz และต้องการย้ายสัญญาณ RF ลงมาให้มีความถี่ IF 41 MHz เครื่องรับจะสร้างสัญญาณ LO ให้มีความถี่ 2421 MHz ขึ้นมา นำไปผ่าน mixer ร่วมกับสัญญาณ RF จะได้สัญญาณออกจาก mixerมีความถี่เท่ากับผลต่างของความถี่ทั้งสองคือความถี่ IF 41 MHz ตามต้องการพอดี แต่ยังมีอีกความถี่หนึ่งที่อยู่ต่ำกว่าความถี่ LO เท่ากับ 41 MHz เช่นกัน เรียกว่า **image frequency** (ในตัวอย่างนี้เท่ากับ 2380 MHz) ซึ่งถ้ามีสัญญาณความถี่นี้ปนเข้ามาด้วยก็จะสามารถให้สัญญาณออกจาก mixer เป็นความถี่ IF ได้เช่นกัน ทำให้สองสัญญาณมารบกวนกันเอง จะเห็นได้ว่า **image frequency** ของความถี่ที่ต้องการรับจะมีความถี่ต่ำลงไปสองเท่าของความถี่ IF เสมอ (ในตัวอย่างนี้เท่ากับ 82 MHz) ช่องสัญญาณที่มีความถี่สูงสุดและต่ำสุดจะต้องห่างกันน้อยกว่าค่านี้ เพื่อไม่ให้ช่องบนและล่างเป็น **image frequency** และมารบกวนกันเอง

โดยปกติแล้ว เครื่องรับจะต้องมี RF filter กรองตัดความถี่ image frequency ทิ้งไปก่อนเสมอ ซึ่งได้แก่ความถี่ในย่าน 2318 - 2400 MHz ที่เป็น image frequency ของความถี่ 2400 - 2482 MHz ทิ้งไป ดังนั้น แบนด์ 2300 MHz เกือบทั้งแบนด์จะเป็น image frequency ของแบนด์ 2400 MHz แม้ว่า RF filter ในเครื่องรับจะสามารถลดทอนกำลังงานของสัญญาณในแบนด์ 2300 MHz ลงไปได้เป็นพันเท่าได้ (30 dB) ซึ่งเพียงพอสำหรับกรณีที่สัญญาณทั้งสองแบนด์มีกำลังงานพอๆกัน ทำให้สัญญาณรบกวนที่หลงเหลืออยู่เล็กน้อยมากจนไม่เป็นปัญหา แต่ในกรณีที่สัญญาณ image frequency มีกำลังงานแรงกว่าสัญญาณ WiFi เป็นพันเท่า การลดทอนด้วย filter ดังกล่าวจึงอาจไม่เพียงพอและเกิดปัญหาได้



เหตุใดกำลังงานของสัญญาณรบกวนจึงสูงกว่าสัญญาณ WiFi มากจนเป็นปัญหา

เนื่องจากสัญญาณโทรศัพท์มือถือถูกออกแบบให้มีรัศมีการส่งได้ไกลกว่า WiFi มาก ดังนั้นกำลังที่ส่งออกมาจากสายอากาศส่งจึงต้องสูงกว่า WiFi อยู่แล้ว แต่ยังมีปัจจัยสำคัญ เรื่องตำแหน่งติดตั้งมาเกี่ยวข้องอีกด้วยปกติสัญญาณวิทยุเมื่ออยู่ห่างจากสายอากาศส่งจะมีกำลังงาน จะลดลงไปเรื่อยๆเป็นส่วนกลับกับระยะทางกำลังสอง (ถ้าไม่คิดการสูญเสียในตัวกลาง) ดังนั้นกำลังงานที่ได้รับที่ระยะห่าง 4 เมตรจะแรงกว่าที่ระยะห่าง 400 เมตรถึง 100 ยกกำลังสองคือ 10000 เท่า ถ้าสมมติว่าสัญญาณมือถือที่ระยะทาง 400 เมตรมีขนาดพอๆกับสัญญาณ WiFi ถ้าขยับเข้าไปห่างจากสายอากาศแค่ 4 เมตร สัญญาณมือถือจะแรงกว่าสัญญาณ WiFi ถึงหมื่นเท่า

แต่ปกติคงไม่มีผู้ใช้ WiFi ไปอยู่ใกล้เสาสัญญาณมือถือในรัศมี ต่ำกว่าสิบเมตรเป็นแน่ เพราะเสาสัญญาณมือถือจะติด-ตั้งบนเสาสูง และมักจะบีมสัญญาณไปตามแนวถนนไม่ได้บีมเข้ามายังอาคารบ้านเรือน สัญญาณโทรศัพท์จึงไม่แรงมากจนเป็นปัญหากับผู้ใช้ WiFi ตามบ้าน แต่ในกรณีที่นำเครื่องรับ WiFi ไปติดตั้งบนรางรถไฟฟ้า ยกระดับที่มีระดับความสูงและตำแหน่งใกล้เคียงกับเสาสัญญาณมือถือ 2300 MHz และอยู่ในทิศทางที่สายอากาศส่งออกไปพอดี กำลังงานของสัญญาณโทรศัพท์อาจแรงกว่าสัญญาณ WiFi เป็นพันเท่าได้ไม่ยาก จนทำให้ filter ที่ใช้งานตามปกติ อาจไม่เพียงพอ จะต้องใช้ filter พิเศษที่สามารถตัด image frequency ได้มากเป็นพิเศษมาช่วยด้วย

“การใช้ความถี่ห่างกันมากขึ้น ไม่ได้ทำให้การรบกวนกันน้อยลงเสมอไป”

จะเห็นว่าจะต้องเกิดปัญหาทั้งสองพร้อมๆ กัน คือ ความถี่ของสัญญาณรบกวนเป็น image frequency ของสัญญาณรับพอดี และสัญญาณรบกวนมีกำลังงานแรงมากเป็นพิเศษ การแก้ปัญหาด้วย การใส่ filter เพิ่มเติมอาจช่วยแก้ปัญหาได้บ้างแต่ในกรณีที่เสาสัญญาณมือถือไปอยู่ใกล้เคียงอุปกรณ์ WiFi บนรางรถไฟพอดี ก็ยังอาจไม่เพียงพออาจต้องหลบการใช้ความถี่ที่เป็น image frequency ของกันด้วย

ประเด็นที่ต้องการให้ทำความเข้าใจคือ **“การใช้ความถี่ห่างกันมากขึ้น ไม่ได้ทำให้การรบกวนกันน้อยลงเสมอไป”** เช่น ในตัวอย่างข้างต้น การใช้ความถี่ห่างกันแค่ 30 MHz จะเกิดการรบกวนกันต่ำกว่าความถี่ห่างกัน 82 MHz ซึ่งเป็น image frequency พอดี เป็นต้น