

Abstract (บทคัดย่อ)

Project Code : MRG5580236

(รหัสโครงการ)

Project Title : Maximizing performance of wireless channels with limited
channel information

(ชื่อโครงการ) การเพิ่มสมรรถนะช่องสัญญาณไร้สายที่มีข้อมูลช่องสัญญาณจำกัด

Investigator : นายวิรุณศักดิ์ สันติเพ็ชร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(ชื่อนักวิจัย)

E-mail Address : wiroonsak.s@ku.ac.th

Project Period : 2 ปี

(ระยะเวลาโครงการ)

The first study investigated the allocation of transmission power and bits for a point-to-point orthogonal frequency-division multiplexing channel assuming perfect channel information at the receiver, but imperfect channel information at the transmitter. Channel information was quantized at the receiver and was sent back to the transmitter via a finite-rate feedback channel. Based on limited feedback from the receiver, the corresponding transmitter adapted the power level and/or modulation across subcarriers. To reduce the amount of feedback, subcarriers were partitioned into different clusters and an on/off threshold-based power allocation was applied to subcarrier clusters. In addition, two options were proposed to interpolate a channel frequency response from a set of quantized channel gains and apply the optimal water-filling allocation or a greedy bit allocation based on channel interpolation. Proposed schemes with finite feedback rates were shown to perform close to the optimal allocation without a feedback-rate constraint. In the numerical example, channel capacity decreased about 6% from the optimum when one bit of feedback per subcarrier was used

In the second study, we propose two feedback methods for transmit beamforming in a point-to-point MISO-OFDM channel with finite-rate feedback. For the first method, a receiver with perfect channel information, quantizes and feeds back the optimal transmit beamforming vectors of a few selected subcarriers, which are equally spaced. Based on those quantized vectors, the transmitter applies either constant or linear interpolation with the remaining beamforming vectors. With constant interpolation, we derive an approximate capacity upper bound and the optimal cluster size that maximize the sum capacity. For linear interpolation, we derive a closed-form expression for the phase rotation by utilizing the correlation between OFDM subcarriers. For the second proposed method, a channel impulse response is quantized with a uniform scalar quantizer. At the transmitter, the channel frequency response can be reconstructed from the quantized impulse response and the optimal beamforming vectors can then be computed. With channel quantization, we also approximate an upper bound of the sum capacity. We show that switching between the two methods for different feedback-rate requirements can perform better than the existing schemes. Based on the results of a point-to-point channel, we extend our results to a 2-user multiantenna downlink OFDMA. For given feedback rate and channel condition, we analyze the optimal cluster size, the number of clusters, and thus, subcarrier allocation for the two users. Numerical examples show that the optimized sum capacity can be significantly higher than a sum capacity with arbitrary system parameters.

Keywords : Finite feedback, channel capacity, OFDM, interpolation, quantization.

งานวิจัยแรกศึกษาการจัดสรรกำลังส่งและบิตสำหรับช่องสัญญาณโอเอฟดีเอ็มจากจุดส่งหนึ่งไปยังจุดรับหนึ่งโดยมีสมมติฐานให้เครื่องรับมีข้อมูลช่องสัญญาณส่งอย่างถูกต้องสมบูรณ์ ส่วนเครื่องส่งมีข้อมูลช่องสัญญาณส่งไม่สมบูรณ์ โดยเครื่องรับซึ่งทราบช่องสัญญาณส่งแบ่งนับข้อมูลช่องสัญญาณแล้วส่งข้อมูลที่ถูกแบ่งนับแล้วกลับไปให้เครื่องส่งผ่านช่องสัญญาณป้อนกลับที่มีอัตราบิตจำกัด จากข้อมูลช่องสัญญาณที่ได้เครื่องส่งปรับกำลังส่งและ/หรือการกล้ำสัญญาณในช่องสัญญาณย่อยทั้งหมดเพื่อลดข้อมูลป้อนกลับช่องสัญญาณย่อยถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มและใช้การจัดสรรกำลังแบบเปิด/ปิดตามค่าขีดแบ่งในแต่ละกลุ่มช่องสัญญาณย่อย นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอวิธีการประมาณ (Interpolation) ผลตอบสนองความถี่ของช่องสัญญาณจากเซตของค่าจากการแบ่งนับอัตราขยายช่องสัญญาณ จากผลตอบสนองช่องสัญญาณที่ได้สามารถคำนวณระดับกำลังส่งที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีเติมน้ำ (water-filling) หรือจัดสรรบิตให้ช่องสัญญาณย่อยด้วยวิธีกรีดดี (Greedy) จากผลการจำลองสมรรถนะวิธีการจัดสรรที่นำเสนอให้ผลที่ใกล้เคียงกับวิธีการจัดสรรที่เหมาะสมที่สุดและที่ไม่มีการจำกัดจำนวนบิตป้อนกลับ จากตัวอย่างการจำลองเชิงตัวเลขความจุช่องสัญญาณที่ได้จากการป้อนกลับหนึ่งบิตต่อช่องสัญญาณย่อยมีค่าลดลงเพียงร้อยละหกจากค่าความจุของวิธีที่เหมาะสมที่สุด

งานวิจัยในส่วนที่สองนำเสนอวิธีการป้อนกลับสองวิธีสำหรับบีเอ็มฟอร์มมิงภาคส่งในช่องสัญญาณไมโครโอเอฟดีเอ็ม (MISO-OFDM) จากจุดส่งหนึ่งไปยังจุดรับหนึ่งที่มีการป้อนกลับที่จำกัด สำหรับวิธีการป้อนกลับวิธีแรกมีสมมติฐานว่าเครื่องรับมีข้อมูลช่องสัญญาณส่งสมบูรณ์เช่นเดียวกับงานวิจัยในส่วนแรก จากข้อมูลช่องสัญญาณส่งเครื่องรับคำนวณและแบ่งนับเวกเตอร์บีเอ็มฟอร์มมิงภาคส่งที่เหมาะสมที่สุดในช่องสัญญาณย่อยบางส่วนที่อยู่ห่างเท่าๆกัน จากนั้นป้อนกลับค่าดังกล่าวให้เครื่องส่งเครื่องส่งใช้ข้อมูลดังกล่าวเพื่อประมาณ (interpolate) เวกเตอร์บีเอ็มฟอร์มมิงที่เหลือสองวิธี ได้แก่ การประมาณคงที่ (constant interpolation) และการประมาณเชิงเส้น (linear interpolation) สำหรับวิธีการประมาณคงที่ที่สามารถประมาณขอบเขตความจุช่องสัญญาณและวิเคราะห์ขนาดกลุ่มช่องสัญญาณย่อยที่เหมาะสมที่สุดที่เพิ่มความจุช่องสัญญาณมากที่สุด สำหรับวิธีการประมาณเชิงเส้นสามารถวิเคราะห์หาค่าการหมุนเฟส (Phase rotation) จากสหสัมพันธ์ระหว่างช่องสัญญาณย่อยโอเอฟดีเอ็ม สำหรับวิธีการป้อนกลับวิธีที่สองใช้การแบ่งนับผลตอบสนองอิมพัลส์ช่องสัญญาณโดยตรงด้วยวิธีการแบ่งนับสเกลาร์ยูนิฟอร์ม (uniform scalar quantizer) ที่เครื่องส่งผลตอบสนองความถี่ถูกคำนวณจากค่าแบ่งนับผลตอบสนองอิมพัลส์ช่องสัญญาณที่ได้จากการป้อนกลับ จากนั้นเครื่องส่งสามารถคำนวณเวกเตอร์บีเอ็มฟอร์มมิงที่เหมาะสมที่สุด มีการวิเคราะห์ค่าประมาณขอบเขตบนของความจุช่องสัญญาณ จากผลการจำลองสมรรถนะของวิธีการป้อนกลับทั้งสองวิธีทำให้สรุปได้ว่าการสลับเปลี่ยนวิธีการป้อนกลับโดยขึ้นกับอัตราบิตป้อนกลับจะได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีในอดีต จากผลที่ได้นี้สามารถขยายครอบคลุมช่องสัญญาณดาวนลิงค์ที่มีผู้ใช้สองคน โดยสามารถวิเคราะห์หาขนาดกลุ่มช่องสัญญาณย่อยที่เหมาะสมที่สุดและจำนวนกลุ่มช่องสัญญาณต่อผู้ใช้หนึ่งคน ตัวอย่างการจำลองสมรรถนะแสดงได้ว่าความจุช่องสัญญาณรวมจากการใช้ตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดมีค่าสูงกว่าความจุช่องสัญญาณที่ใช้ตัวแปรตามอำเภอใจ

คำหลัก: การป้อนกลับที่จำกัด ความจุช่องสัญญาณ โอเอฟดีเอ็ม การประมาณ การแบ่งนับ