

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG5280193

ชื่อโครงการ : การพัฒนาสายอากาศขนาดเล็กแบบระนาบสำหรับการประยุกต์ใช้งานในช่วงหลายย่านความถี่และความถี่แถบกว้าง

ชื่อนักวิจัย และสถาบัน: พิจิตรพงศ์ สุนทรพิพิธ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail Address: soontornpipit@gmail.com

ระยะเวลาโครงการ: 2 มีนาคม 2552 – 15 พฤษภาคม 2554

วัตถุประสงค์

พัฒนาสายอากาศแบบระนาบหรือไมโครสตริบ (Microstrip Antenna) ที่มีความสามารถในการทำงานหลายย่านความถี่ หรือความสามารถในการทำงานที่ความถี่เดียว ที่ 402-405 เมกะเฮิร์ต ตามกฎข้อบังคับและข้อตกลงของ Federal Communications Commission (FCC) กับ Medical implant communication service (MICS) โดยสายอากาศที่ถูกพัฒนาจะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อมของอวัยวะของคนไข้ที่สายอากาศถูกฝังเข้าไป โดยการออกแบบและการพัฒนาได้ผนวกเอาข้อมูลความรู้พื้นฐานทางด้านชีววิทยาและเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) จำพวกเจเนเนติก อัลกอริทึม (Genetic Algorithm) และเครือข่ายสมอง (Neural Network) มาประยุกต์ใช้เพื่อให้ได้สายอากาศที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้งานทางด้านเครื่องมือทางการแพทย์หรือ Bio Medical Implant Devices ได้ตามต้องการ

วิธีทดลอง

พัฒนาและออกแบบสายอากาศ แบบระนาบหรือไมโครสตริบ โดยอาศัยซอฟต์แวร์ ชื่อ XFDT version 6.01 จากบริษัท Remcom ในการจำลองสร้างโครงสร้างองค์ประกอบต่างๆของสายอากาศแบบระนาบ ทั้งรูปร่างลักษณะทางกายภาพของสายอากาศแบบระนาบ ลักษณะและคุณสมบัติทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัสดุที่นำมาใช้เป็นชั้นสับสเตรท (Substrate) และซูเปอร์สเตรท (Superstrate) เป็นต้น

รวมไปถึงการจำลองสภาพแวดล้อมของร่างกายในส่วนที่สายอากาศจะถูกฝังลงไป เช่น หน้าอกช่วงบน หรือ ส่วนช่องท้อง ว่ามีคุณลักษณะและคุณสมบัติทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (dielectric properties and permeability) ทั้งค่าความต้านทานไฟฟ้า และค่าความนำไฟฟ้า ให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงเท่าที่จะทำได้ โดยใช้ข้อมูลและรายละเอียดทางด้านชีววิทยาของร่างกายในส่วนต่างๆจากมหาวิทยาลัย University of Utah จากนั้นทำเทคโนโลยีทางปัญญาประดิษฐ์มาประยุกต์ใช้ทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อช่วยคำนวณหา โครงสร้างของสายอากาศที่สามารถทำงานและมีประสิทธิภาพ โดยไม่ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมและปัจจัยอื่นๆของอวัยวะร่างกายรอบๆสายอากาศที่ถูกฝังลงไป

ผลการทดลอง

สายอากาศแบบระนาบหรือไมโครสตริปได้ถูกออกแบบพัฒนาขึ้นในโปรแกรม XFDTD ให้สามารถทำงานที่ย่านความถี่ 402-405 เมกะเฮิร์ต ตามข้อบังคับและข้อตกลงของ FCC กับ MICS อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าส่วนต่างๆของร่างกายได้เปลี่ยนสภาพคุณลักษณะทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ ค่าคงตัวทางไฟฟ้าของไดอิเล็กตริก (Dielectric constant) และค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity) ให้เป็นไปตามสภาพของผู้ป่วย เช่น ผู้ป่วยโรคเบาหวานหรือผู้ป่วยที่มีระดับแคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride) ผิดไปจากระดับปกติ จากนั้นจึงสร้างสายอากาศต้นแบบเพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการทำงาน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญที่ University of Utah สร้างวัสดุที่จำลองคุณลักษณะและคุณสมบัติใกล้เคียงกับส่วนต่างๆของร่างกาย ทั้งในส่วนที่จะเปลี่ยนแปลงจากผลกระทบของ ระดับน้ำตาลในร่างกายและแคลเซียมคลอไรด์ จากโรคเบาหวานหรือโรคอื่นๆ ที่อาจส่งผลข้างเคียงต่อความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานของสายอากาศที่ฝังเข้าไปในร่างกายส่วนนั้นๆได้

จากการทดลองพบว่า ผลโดยรวมของประสิทธิภาพของสายอากาศที่วัดออกมาจากห้อง Anechoic chamber ในค่าของ การสูญเสียสะท้อนกลับ ค่ากำลังรับของสัญญาณ มีความใกล้เคียงของคุณสมบัติและประสิทธิภาพของสายอากาศที่ได้จากการจำลองทางโปรแกรม ทั้งนี้ การพัฒนาสายอากาศและคุณลักษณะทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัสดุที่จำลองส่วนต่างๆของร่างกาย ได้ทำเพียงแค่ผลกระทบจาก ระดับน้ำตาลในร่างกายและเกลือโซเดียม ดังนั้นข้อมูลที่น่าไปใช้อาจยังไม่เพียงพอที่จะสามารถวิเคราะห์ถึงความรุนแรงของผลกระทบจากค่าทางเคมีที่จะเปลี่ยนค่าทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอื่นๆได้ อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้ก็แสดงให้เห็นว่า สายอากาศแบบขนานที่พัฒนาและออกแบบนี้ มีประโยชน์ในการช่วยผู้ป่วยโรคหัวใจ ที่มีภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานและโรคอื่นๆได้ดีขึ้น

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

สายอากาศแบบระนาบหรือไมโครสตริบ ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องมือทางการแพทย์กับอุปกรณ์ภายนอกร่างกาย โดยอาศัยกลไกการทำงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความถี่ 402-405 เมกกะเฮิร์ต ในการตรวจสอบ เฝ้าระวัง ดูแล และป้องกันการดำเนินงานที่ผิดพลาดของเครื่องมือทางการแพทย์ที่ถูกฝังเข้าไปในร่างกายของคนไข้ เช่น เครื่องมือกระตุ้นหัวใจ (Pacemaker) เพื่อตรวจสอบอัตราการเต้นแรงดัน ค่าแรงดันต่อการเต้น การเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านี้เพื่อสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนการควบคุม และปรับค่าตัวแปร และฟังก์ชันในการทำงานของอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ฝังเข้าไปในร่างกายของคนไข้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้เป็นที่น่าพอใจ ผู้วิจัยและทีมวิจัยเห็นว่า สายอากาศแบบระนาบที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมา สามารถทำให้เกิดการเรียนรู้และจัดการพัฒนสายอากาศ และอุปกรณ์ทางการแพทย์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ในส่วนของสายอากาศแบบระนาบนั้นยังต้องได้รับการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพการทำงานต่อไป เนื่องจาก ประสิทธิภาพที่ได้ยังเป็นการทำงานในย่านความถี่เดียว ทำให้สามารถทำได้แค่ติดต่อสื่อสาร หรือ เป็นตัวจับการเปลี่ยนแปลง ทำให้ต้องมีการพัฒนา ออกแบบสายอากาศให้มีความสามารถและประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น เช่นเป็นหลายย่านความถี่ รวมทั้งในส่วนของฐานข้อมูลทางชีววิทยา ที่ต้องทำการทดสอบหาค่าทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมถึงผลกระทบของโรคต่างๆ ที่อาจมีขึ้นกับเนื้อเยื่อหรืออวัยวะของร่างกายต่อไป ซึ่งข้อมูลที่ได้จะสามารถช่วยนำไปใช้ในการป้องกันการดำเนินงานที่ผิดพลาดของอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ฝังเข้าไปในร่างกายของคนไข้ต่อไปได้

คำหลัก: สายอากาศแบบระนาบหรือไมโครสตริบ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เจนเนติก อัลกอริทึม เครื่องมือทางการแพทย์

Abstract

Project code: MRG5280193

Project title: Development of Microstrip Antenna for Multiband and Broadband Applications

Investigator: Pichitpong Soontornpipit, Faculty of Public Health, Mahidol University

E-mail Address: soontornpipit@gmail.com

Project Period: 2 March 2552 – 15 June 2554

Objective

To develop and design a microstrip patch antenna that can operate in multiple frequencies or in a single frequency at 402-405 MHz. The 402-405 MHz band is approved by the Federal Communications Commission (FCC) for Medical implant communication service (MICS). The embedded antennas are designed to perform efficiently and effectively regardless to the surrounding body tissues and the physical complications. The antenna configurations were evaluated for potential use for communication with medical implant devices or bio medical devices. The artificial intelligence (AI) such as genetic algorithm (GA) and Neural Network (NN) were applied in order to achieve the better performances.

Methods

Microstrip antennas were designed and developed via the XFDTD program version 6.01 from Remcom Inc. These parameters include different types of antennas, geometry of antennas in terms of shapes and dimensions, and material types and properties of substrate, and superstrate. The antennas were analyzed in a human body such as a realistic shoulder and the tummy with different dielectric properties and permeability. These models, derived from the University of Utah man model, have a total of 31 different tissues. The dielectric permittivity and conductivities of tissues are determined to represent the properties of real human tissues. The artificial intelligence (AI) such as genetic algorithm (GA) and Neural Network has focused on how to obtain the antenna

performance regardless to the surrounding human tissues with their different dielectric properties and the effect of body conditions. Then, the prototypes were built and tested their performance.

Results

The microstrip antennas were developed and build under the XFDTD version 6.01. The antennas effectively operate at the frequency of 402-405 MHz regulated by FCC and MICS. Irrespective to the tissue properties such as dielectric constant and conductivity of the patients in the situation of diabetes or effect of calcium chloride, the stimulant antennas perform effectively and efficiently. The overall results were satisfied, indicating that the antenna still operated within the desired frequency band. Then, both the antenna prototypes and stimulant tissues representing the real human body were built and tested their performance by expertise from University of Utah. The different glucose and calcium chloride levels presenting effects of glucose level and diabetes were well studied to determine the antenna performance after implanted.

The antenna performances from the anechoic chamber in both return loss and gain showed the good agreements between the simulation and measurement. Nevertheless, all dielectric property and permeability were only collected from some particular high unstable conditions of the glucose level, calcium chloride and other biochemical from diabetes. As the result, it is not precise to conclude the incidence of antenna performance affected by those conditions. However, the results indicated that the antenna performs better and more reliable. Therefore this developed microstrip antenna can be used with biotelemetry devices for diabetes and other syndromes.

Discussion/Conclusion

The microstrip patch antennas were developed and designed to operate at frequency of 402-405 MHz. The antenna can be used therapeutically for a number of applications, especially for cardiac ablation, cardiac pacemaker, balloon angioplasty, and cancer treatment using hyperthermia. Designer applied microstrip antennas for sensing or therapy capitalize on some of the very problems that plague embedded antennas for communication and monitoring the embedded devices to verify their functions. These developed antennas are inherently insensitive to

their environment thus becoming good communication, and inherently deposit large amounts of power in the near field of the antenna, particularly when it is embedded in lossy material, thus becoming good therapeutic tools.

Suggestions

The major focus of this research has been to develop information for tissue characterization and differentiation based on the contrast in the electrical properties between tissues and for the same tissue in healthy and diseased states such as diabetes. Microstrip antennas, which resonate one frequency band at 402-405 MHz technique, are capable for either communication or sensing, not both. From different glucose levels and other biochemical effects, these are positive characteristics for sensing or therapy and negative characteristics for communication. Therefore a better performance of a microstrip antenna such as dual-band or multi-band and a better understanding of those biochemical effects to the human tissues are recommended.

Keywords: Microstrip antenna, artificial intelligence, genetic algorithm, biotelemetry