

การวิจัยและพัฒนาได้ออกแบบหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ได้มีความพยายามที่จะทำให้หุ่นยนต์เดินได้ เช่นเดียวกับมนุษย์ หากแต่กลไกมนุษย์มีความสลับซับซ้อนและยากที่เข้าใจ ที่ผ่านมาในงานวิจัยทำได้เพียงการออกแบบและสร้างกลไกที่สามารถสร้างท่าทางการเดินคล้ายมนุษย์โดยการนำกลไกทางกลเข้าไปแทนการทำงานแบบกล้ามเนื้อได้เท่านั้นการออกแบบหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ให้มีเสถียรภาพเชิงพลศาสตร์มิได้มีขีดจำกัดเพียงแต่การออกแบบทางกลหากเป็นการออกแบบระบบเพื่อให้มีความพร้อมที่จะนำไปทำการควบคุมได้อย่างมีเสถียรภาพซึ่งจำเป็นต้องใช้ศาสตร์ในหลายๆด้านเข้ามาช่วยในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์แบบขับเคลื่อนทั้งหมด 12 ข้อหมุนได้แก่ข้อเท้าสองข้อหมุนเข้าหนึ่งข้อหมุนและสะโพกสามข้อหมุน โดยสามารถทำให้หุ่นยนต์เดินและเลี้ยว ซึ่งในงานวิจัยได้แบ่งดังต่อไปนี้

1. ทำการออกแบบกลไกแบบขับเคลื่อนโดยการศึกษากการเดินของมนุษย์และได้สร้างชุดวัดการเดินเพื่อนำไปสู่การออกแบบจำนวนข้อหมุนของหุ่นยนต์
2. หาโคเนมติกส์ตรงด้วยวิธีทางเรขาคณิตและโคเนมติกส์ผกผัน โดยวิธีการคำนวณเชิงตัวเลขผสมกับการแก้สมการทางเรขาคณิตสำหรับหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ เนื่องจากการออกแบบข้อหมุนสะโพกสามข้อหมุนไม่ตัดกัน เพื่อให้หุ่นยนต์มีความสามารถในการเลี้ยวที่สูงกว่าหุ่นยนต์ที่มีมาก่อน และได้นำทฤษฎีวงรีการเคลื่อนที่ มาใช้กับหุ่นยนต์เพื่อแสดงความสามารถในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
3. ทำการศึกษาและวิเคราะห์เสถียรภาพด้วยทฤษฎีครวมโมเมนต์ศูนย์ ซึ่งนำไปสู่การวิเคราะห์เสถียรภาพด้วยโมเมนต์หนึ่งเดียวที่ได้คิดค้นขึ้นมา
4. ออกแบบอุปกรณ์วัดแรงแบบหกแกนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเท้าโดยใช้หลักการวางตัววัด แบบตั้งฉาก ซึ่งทำให้การสร้างสมการของแรงและ โมเมนต์แบบตรงและแบบผกผันทำได้ไม่ยาก

There have been many attempts to design humanoid robots- the biped robot that can walk and behave like human. The human movement mechanism, however, is very complex and, hence, difficult to fully understand. The past attempts show tremendous progress in humanoid technology but the perfect humanoid is yet to come. The design of a dynamically stable humanoid does not stop at mechanical design. It involves the whole system. The problem is in the name of the concurrent design- how can we obtain the best humanoid configuration and, at the same time, easy for dynamic stabilization. In this research, we focus on the walking mechanism of the humanoid. We design a 12 degrees-of -freedom (DOF's) direct drive humanoid with all revolute joints. There are two DOF's at the ankle joint, one DOF's at the knee joint, and three DOF's at the hip joints. Our research and development steps are as follow.

1. We use the real human walking information to help designing the direct drive mechanism. The suit is tailored for the human subject such that the walking data can be retrieved directly.
2. We construct the direct kinematics model using the geometrical method. We also construct the inverse kinematics model using the combination of numerical analysis and direct solution of geometrical equations. This is a bit complicated due to the design requirement of the hip. Three axes of the hip joint do not intersect and led to difficult kinematics equations. However, this design is needed so that the robot is able to walk in the circular path. We utilize the Manipulability Ellipsoid to illustrate the maneuvering capability of the humanoid.

in the circular path. We utilize the Manipulability Ellipsoid to illustrate the maneuvering capability of the humanoid.

3. We analyze the stability of the humanoid walking using the Zero Moment Point (ZMP) theory. This analysis leads further to the newer stability criteria- the Single Moment Point (SMP) theory. (Single Moment Point, SMP)

4. We design and build the six-axes force sensor. The force sensor is a part of the humanoid foot. Clever sensors orientation helps simplify the calculation of forces and moments.

Keywords : Humanoid Robot / Direct Drive / Inward Kinematics / Numerical Method / Zero Moment Point (ZMP) / Single Moment Point (SMP) / Foot Six Axis Force Sensor