Jansen Mechanism 을 이용한 보행로봇의 전산설계와 Line tracing 을 이용한 자율주행

최현희
한양대학교 기계공학부
E-mail: gusgml3645@naver.com

초록: EDISON 전산설계 프로그램들을 이용하여 Jansen Mechanism을 이용한 보행로봇의 보행시 다리구조를 최적화가 되도록 설계하고 아두이노와 적외선 센서와 DC모터를 이용하여 라인을 감지해 움직이는 자율주행 로봇을 제작한다.

서론

얀센 메커니즘은 테오 얀센이 만든 키네틱 메카니즘으로 회전운동을 이동운동으로 바꿔주는 방법입니다. 턱이나 장애물이 있어 바퀴로는 가기 힘든 곳에서도 이동할 수 있고 다관절 로봇보다 훨씬 적은 제어로 움직일 수 있는 장점들이 있다. 얀센 메커니즘을 이용해 가장 효율적으로 이동할 수 있는 구조를 에디슨 전산설계 프로그램을 이용해 해석적으로 구해보고 과학상자와 아두이노를 이용해서 라인트레이싱을 이용한 자동주행 로봇을 제작하고자 한다.

.

이론 및 계산방법

로봇 다리의 기구학적인 분석을 하기 위해서 그림을 기준으로 수식과 함께 설명하려 한다. 그림 2는 게 로봇의12개로 연결되어진 다리에 대한 구조적인 모습을 X, Y 직교좌표계의 기준으로 나타내었다. 게 로봇 모델을 설계할때 주어진 12개 막대 길이는 다음 표 1과 같다.

그림 2의 직교좌표 면에서 주어진 링크 l2 끝단의 C2_3절점(node)이 θr값만큼 좌측으로 이동하여 멈춰진 상태이다.

그림에서 C2_3절점이 Y축과 동축(same axle)일 때 θr값은90°이다. 여기서, θr값은 모터의 회전각이다.

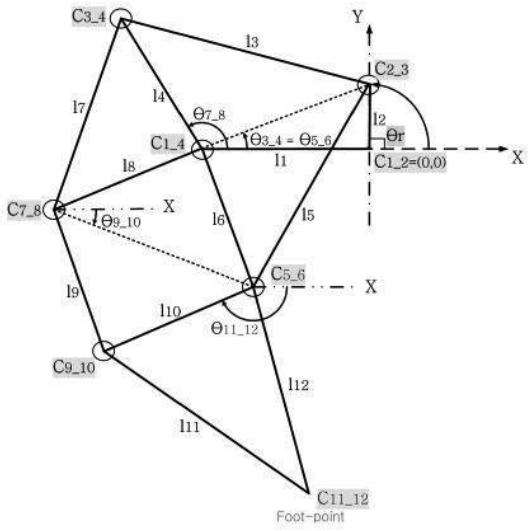


Figure 81 다리 구조

로봇 다리 구조에서 각 마디 점에 해당하는 관절(joint)을 절점(node)이라 한다. 해석 순서에서 음영으로 표시된 절점은 두 원의 접선방정식에서 사용될 첫 번째 기준이 되는 원이다. 최종적으로 우리가 원하고자 하는 것은 게 로봇의 다리 끝단(foot-point)이 된다. 로봇의 다리 끝단 절점은 C11_12라 한다.

4절링크이론(four-bar linkage mechanism)을

배경으로 것으로 주동절(회전 하는 l2의 C2_3 절점)의 운동에 따라 종동절(왕복 운동 l3의 C3_4 절점)이 일정한 운동을 하도록 꾸며진 장치이다. 이와 같이 3절부터 각 마디의 절점에 따라 4절, 5절 등으로 나뉘며 절의 수에 따라 몇 절 링크라 한다.

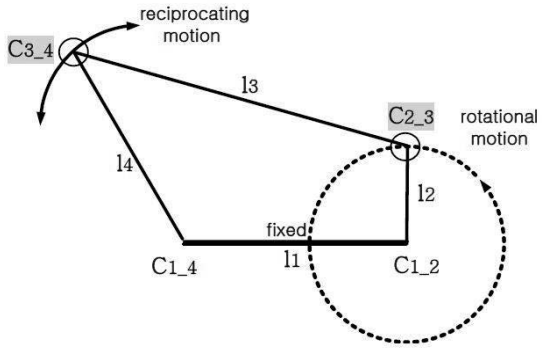


Figure 82 4 절링크 이론

위 이론을 이용하여 C1112를 구할 수 있다

m.Sketch를 통해서 다리를 설계하고 위에 이론을 이용한 1회전시 보폭(Ground length) 보행각효율(Ground angle Coefficient)을 궤적해석을 통해 구할 수 있다. 보폭은 한번에 얼마나 멀리 갈 수 있는지를 구할 수 있고 보행각효율은 장애물을 잘 넘어갈 수 있는지 구할 수 있는 수치이다. 이를 이용하여 1회전시 제한된 범위(가로 15cm, 높이30cm)에서 보폭과 각도가 최대가 되는 값을 해석적으로 구해본다.

결과 및 논의

얀센 메카니즘 설계

과학상자 예제로 주어진 다리를 m.Sketch를 이용해서 보면 다음과 같습니다. 위 경우 보폭 22.604mm 보행각효율 0.226이 됩니다.

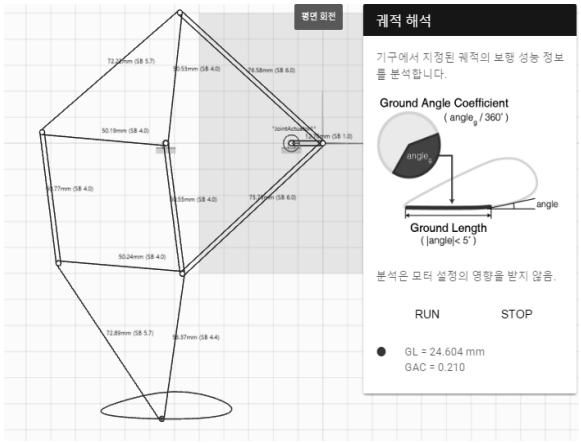


Figure 83 예제

여기서 주어진 값인 회전축과 고정축의 위치, 회전축에 연결 된 파트(실제에서는 회전축에 체인기어로 존재)의 길이를 고정하고 나머지 파트들의 길이를 제한된 범위(가로 15cm, 높이30cm)에서 조정했을 때 보폭 50.792mm 보행각효율 0.239로 목표 값을 향상 시킬 수 있다.

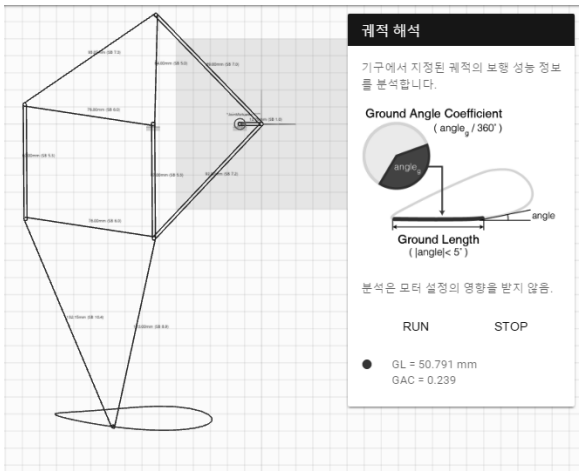


Figure 84 개선값

개선된 값의 길이에 맞추어 새로운 다리를 제작하기 위해서 각 파트들을 m.Sktech의 값을 이용해서 설계하고 이를 CAD프로그램을 이용해 레이저 커팅을 위해 다음과 표시했다. 구멍은 축의 반경 4mm를 고려하여 5mm로 설정한다.

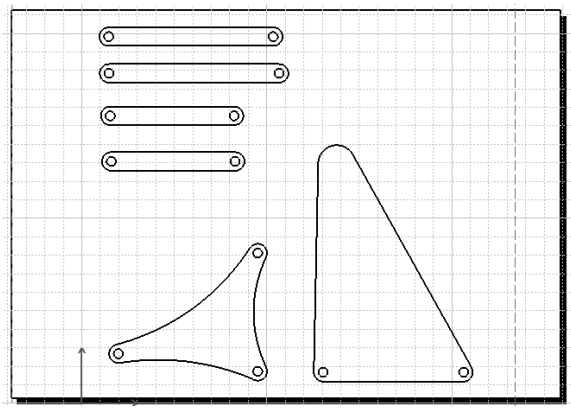


Figure 5 도면

제어부 설계

준비된 스마트보드의 센서 5개를 연결하기 위해 보드 쉴드의 센서1부터 센서4(A2~A5에 연결됨)에 꽂고 나머지 하나는 보드의 A1에 연결한다. DC모터 2개도 쉴드에 있는 포트(motor1 ~5,4 motor2 7,~6)에 연결한다.

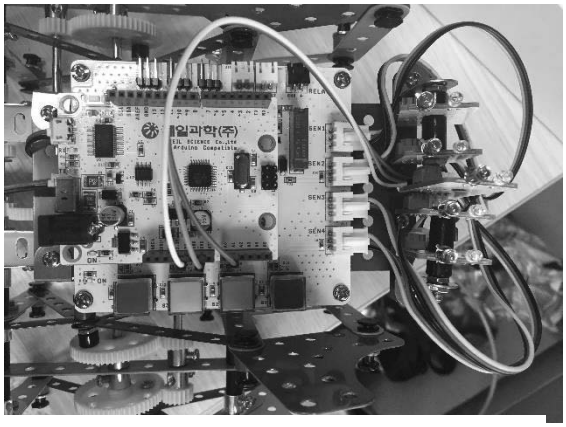
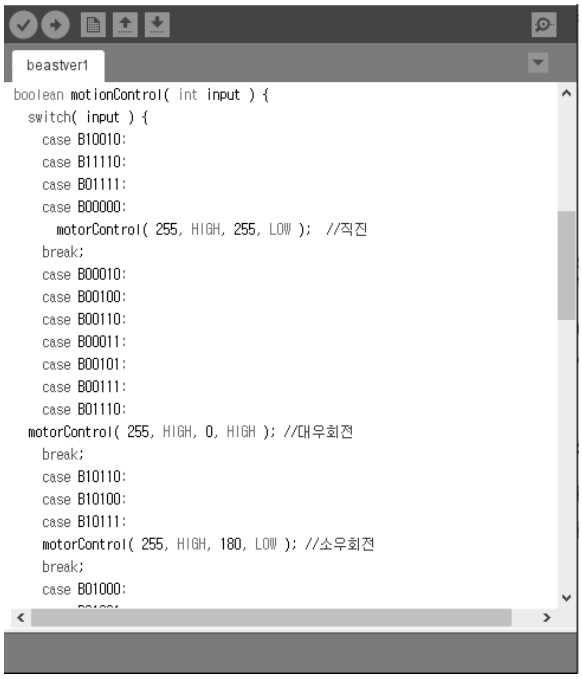


Figure 6 아두이노 회로도

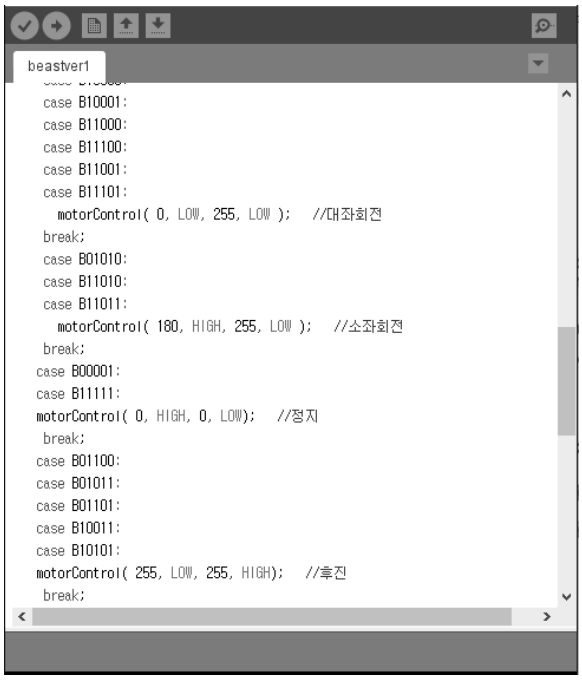
소프트웨어 설계

아두이노 코드는 기존의 예제 코드에서는 4개의 센서를 이용한 16가지 신호를 직진, 좌회전, 우회전, 정지 4가지로 분류해서 움직였던 것을 센서 1개를 추가해서 32가지 경우를 속도 및 움직임의 최적화를 할 수 있도록 직진, 좌회전(대/소), 우회전(대/소), 후진, 정지 7가지 나누었다.



```
beastver1
boolean motionControl( int input ) {
  switch( input ) {
    case B10010:
    case B11110:
    case B01111:
    case B00000:
      motorControl( 255, HIGH, 255, LOW );  //직진
    break;
    case B00010:
    case B00100:
    case B00110:
    case B00011:
    case B00101:
    case B00111:
    case B01110:
  motorControl( 255, HIGH, 0, HIGH ); //대우회전
    break;
    case B10110:
    case B10100:
    case B10111:
    motorControl( 255, HIGH, 180, LOW ); //소우회전
    break;
    case B01000:
```

Figure 7 아두이노 코딩1



```
beastver1
    case B10001:
    case B11000:
    case B11100:
    case B11001:
    case B11101:
      motorControl( 0, LOW, 255, LOW );   //대좌회전
    break;
    case B01010:
    case B11010:
    case B11011:
      motorControl( 180, HIGH, 255, LOW );   //소좌회전
    break;
  case B00001:
  case B11111:
  motorControl( 0, HIGH, 0, LOW);   //정지
   break;
  case B01100:
  case B01011:
  case B01101:
  case B10011:
  case B10101:
  motorControl( 255, LOW, 255, HIGH);   //후진
   break;
```

Figure 8 아두이노 코딩2

결론

본 논문에서는 얀센 메커니즘을 이용한 자율주행 로봇을 설계하는 과정을 담고 있다. m.Sktech를 통해서 주어진 제한조건에서 최적의 구조를 해석적으로 구하였고 Line tracing을 이용한 자동주행을 구현하기 위해서 아두이노를 이용해서 회로와 소프트웨어를 구현하는 과정이 있습니다. 이를 통해 메커니즘의 최적화하는 과정과 아두이노 코드 수정을 통해서 이전보다 효율적 이동을 구현했음을 알 수 있었다.

감사의 글

위 논문과 작품을 만드는 데에 여러 지원을 해주신 윤길호 교수님과 멀티피직스연구실 연구원분들께 감사드립니다.

본 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단 첨단 사이언스·교육 허브 개발 사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2011-0020576)

참고문헌

[1] http://www.edison.re.kr. EDISON 웹사이트. **(Website)**

[2] 서영배, 아두이노 101 : 아두이노 입문자에게 필요한 모든 것, 서울 : 한빛미디어, 2016. **(Book)**

[3] Sun-Wook Kim* and Dong Hun Kim**+, Kinematic Analysis of a Legged Walking Robot Based on Four-bar Linkage and Jansen Mechanism, 경남대학교대학원 첨단공학과 (2011) **(Journal Article)**