

IMU 및 가속도 센서를 이용한 안내견 하네스 행동 알림 시스템 구현

Implementation of Behavior Notification System for Guide Dog Harness Using IMU and Accelerometer Sensor

안병구*, 노윤홍*, 정도운*
Byeong-Gu Ahn*, Yun-Hong Noh*, Do-Un Jeong*

요약

본 논문에서는 시각장애인이 안내견과 함께 보행 중 환경적 요소와 상황에 따른 인지를 도와주기 위한 안내견 하네스 행동 알림 시스템을 구현하였다. 이를 위하여 안내견의 하네스 안장에 IMU(inertial measurement unit)모듈 및 가속도센서 다리벨트를 장착하였으며, 이로부터 출력되는 정보를 이용하여 안내견의 보폭추정과 자세판단을 수행하였다. 구현된 시스템의 성능을 평가하기 위하여 안내견이 인지하고 있는 자세를 오르막 계단 자세, 내리막 계단 자세, 오르막길, 내리막길 및 평지와 정지 상태로 나누었으며 시각장애인의 안전을 위한 행동인 불복종명령 상태를 포함한 7가지의 행동에 대한 판별 실험을 수행하였다. 그 결과 안내견 행동 규칙 인식 성공률은 평균 92.78%로 나타났으며, 안내견 하네스 행동알림 시스템의 실제 적용 시 유용성을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, a behavior notification system of the harness of a guide dog is implemented for a blind person to get helps for environmental and situational awareness while walking with the guide dog. IMU modules is attached on the guide dog's harness saddle and the acceleration sensor belt is mounted on its thigh. Gait estimation and behavior judgement are performed by recording and analyzing the outputs of the sensors. Performance analysis for seven different kinds of behaviors has been done. The seven different behaviors, which the guide dog recognizes, are descending stairs, climbing stairs, uphill, downhill, stop, flat road, and selective disobedience. Results for the performance analysis show that the average success rate of the behavior rule estimation of harness of the guide dog is 92.78% and the behavior notification system can be effectively used in real situations.

Keywords : Guide Dog, Harness, IMU, Accelerometer sensor, Behavior Notification System

I. 서론

앞이 보이지 않는 시각장애인의 경우 가장 불편한 것은 방향에 대한 감각이 부족하여 정면이 어디인지 파악하기 힘들기 때문에 보행에 어려움을 겪는다. 물론 지팡이를 사용하여 점자보도를 이용하는 것 또한 방법이지만 우리나라의 점자보도는 매우 위험하고 정밀하지 못해 시각장애인에게 큰 도움이 되지 못한다[1],[2]. 또 다른 전통적인 방법으로는 훈련된 안내견을 활용하는 방법이 있다. 시각장애인은 자신이 원하는 방향과 길의 냄새, 소리, 촉감 및 머릿속으로 구상화한 지도로 안내견에게 방향을 제시하며, 안내견은 그 방향으로 이동하면서 장애물 회피 및 직선보행을 좀

더 신속하게 도와주는 역할을 한다. 안내견의 경우 엄격하고 동일한 행동규약을 준수하고 있어 일정 규칙에 완벽히 일치 할 경우 안내견으로 임무 수행이 가능하고 시각장애인의 반려 동물로 활동이 가능하다.

최근에는 IT 기술의 발전으로 시각장애인의 안전한 보행의 도움을 주기 위하여 전자 보행 보조기기(electrical travelling aided, ETA)[3]와 로봇 시스템을 이용하는 로봇 보행 보조기(robotic travelling aided, RTA)[4]의 연구들이 수행되고 있다. ETA는 거리 센서 및 카메라를 이용하여 장애물의 유무와 위치를 파악하는 방식이며, RTA는 ETA의 센서 기술과 이동 로봇 기술을 결합한 형태의 보행 보조기기이다. 일반적으로 이와 같은 시스템은 전통적인 방식인 지팡이의 짧은 인지 범위 및 직접 접촉을 통하여 판별이 가능한 점과 안내견의 높은 비용과 훈련 및 유지의 단점으로 보급이 어려운 점을 이유로 개발되었다. 하지만 복잡한 환경에서는 정확한 장애물의 감지가 어려우며, 장애물을 판단하는데 많은 계산량이 필요함으로써 오동작에 따른 위험이 따른다. 또한 급변하는 환경에 따라 발생하는 방대한 정보를 사용자에게 지속적으로 전달하는 것은 혼란을 가중함으로써 추가적인 위험이 발생할 수 있다.

* 동서대학교

※ 본 논문은 동서대학교 유비쿼터스 어플라이언스 지역혁신센터(RIC) 및 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2013R1A1A2011905)으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

투고일자 : 2014. 10. 21 수정완료일자 : 2015. 1. 28

게재확정일자 : 2015. 2. 2

반면, 훈련된 안내견은 후각과 청각이 인간보다 뛰어나기 때문에 갑작스런 위험 상황을 인간보다 빠르게 인지할 수 있으며, 안내견의 신호를 토대로 상황변화를 감지할 수 있다[5]. 그리고 안내견의 안전한 보행 유도에 따른 시간적 여유를 잔존 시력에 사용함으로써 기타 주변 상황을 파악하는데 도움이 되기 때문에 안전성과 편이성이 가장 높다. 또한 시각장애인의 정체성을 효과적으로 타인에게 전달하는데 안내견이 긍정적인 매개 역할을 한다. 특히 국내에서는 삼성화재안내학교를 통하여 매년 10~12두 규모의 안내견을 시각장애인에게 무상으로 분양하고 있으며, 시각장애인 보조 기기 중 선호도가 가장 높은 것으로 나타났다[6].

하지만 필수 안내견 훈련과정 중 불복종훈련을 받은 안내견은 위험상황 발생 시 주인의 의사와는 상관없이 스스로 판단하여 시각장애인의 안전을 확보하도록 행동한다. 이와 같은 상황에서 시각장애인은 위험을 즉각적으로 인지하기가 어렵다. 또한 안내견에 착용하는 보행보조기구인 하네스를 이용하여 시각장애인의 보행 시 도움을 주지만, 계단과 신호등, 지하철 대기 구역 및 높은 경사와 내리막길 같은 위험요소가 있는 장소에서 지팡이와 하네스를 함께 사용하는 경우, 양손을 동시에 사용해야 하는 불편함과 위험상황 발생 시 안내견의 움직임에 신속하게 대응하지 못하여 안전사고가 발생하는 문제점이 있다. 따라서 위험상황에서 시각장애인과 안내견의 안전을 확보할 수 있도록 안내견의 행동을 사전에 판단하여 음성으로 알려 줄 수 있는 시스템이 요구된다.

본 연구에서는 시각장애인이 안내견과 함께 보행 중 환경적 요소와 상황의 변화를 쉽게 인지할 수 있는 안내견 하네스 행동 알림 시스템을 구현하였다. 안내견의 행동 규칙 중 시각장애인이 빠르게 인지하기 힘들었던 안내견의 오르막 계단 자세, 내리막 계단 자세, 오르막길, 내리막길 및 평지와 정지 상태 등[7]의 판별이 가능하며, 갑작스런 위험상황 발생 시 안내견의 불복종명령 행동을 판단하여 음성메시지를 통해 사용자에게 즉각 전달함으로써 상황을 보다 빠르게 인지가 가능하다.

II. 시스템 구현

2.1 전체 시스템 구성

본 연구에서는 시각장애인의 직선 보행을 보조하고 안전을 책임지는 안내견의 행동에 대한 알림 시스템을 구현하고자 하였다. 이를 위하여 그림 1과 같이 하네스 안장 가운데 위치에 IMU (Inertial Measurement Unit)모듈을 장착하고 허벅지부분에 가속도 센서 다리벨트를 부착하였다.

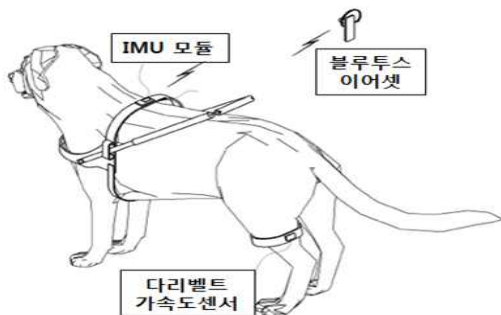


그림 1. 하네스 행동 알림 시스템 구성.

Fig. 1. The configuration of behavior notification system.

그림 2는 안내견 하네스 행동 알림 시스템을 설계하기 위한 하드웨어 구성으로 MCU, 3축 가속도 센서와 3축 지자기 센서가 통합된 IMU를 이용하였으며, 블루투스 모듈을 이용하여 IMU에서 측정된 가속도와 방향의 값을 MCU(Atmega128)를 통하여 처리 후 일치하는 센서의 값에 해당하는 음성정보를 시각장애인이 착용하는 블루투스 이어셋으로 전송하도록 하였다. 또한 다리벨트의 가속도 센서는 유선으로 안내견 조끼에 부착하여 다리벨트와 연결되도록 구성하였다. 안내견의 경우 동일한 행동 규칙을 통하여 움직이고 있으나 개체별 안내견의 대한 크기의 차이가 존재 한다. 이를 해결하기 위하여 본 시스템에서는 초기 셋 단계 설정을 진행하였으며 대상 안내견에 따른 행동 규칙을 음성 정보로 변화하여 전송하였다.

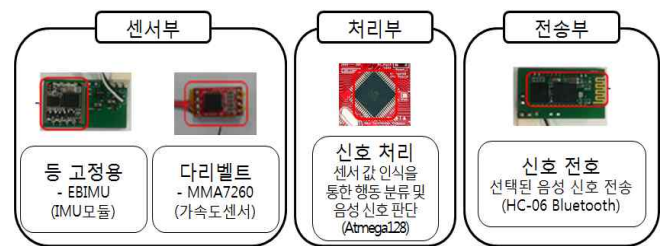


그림 2. 하드웨어 구성.

Fig. 2. The configuration of H/W.

2.2 IMU 및 가속도 센서

하네스 안장 가운데 부착된 IMU모듈은 안내견의 행동을 판단하기 위한 각도 및 가속도 값을 측정하기 위한 용도로 사용되며, EBIMU-9DOF(E2BOX Co., Korea) 모듈을 사용하였다. 일반적인 IMU는 가속도 센서와 각속도 센서만을 가지지만 EBIMU는 지자기 센서가 내장되어 있어 40mA의 저 전력으로 가속도 데이터와 지자기 데이터의 측정이 가능하다. EBIMU는 23.5mm(H) × 15mm(W) × 4.8mm(D)의 작은 크기를 가지며, 3.5 ~ 7V의 넓은 입력 전압을 가지기 때문에 확장이 용이하다. 또한 필요에 따라 샘플링 속도를 1 Hz ~ 100 Hz까지 조절할 수 있으며, TTL level의 시리얼 통신 연결(9600bps ~ 921600bps)이 가능하다.

EBIMU는 내부에 32bit MCU가 내장되어 있어 시리얼 연결을 통해 세부 설정 및 출력이 모두 가능하다. 데이터 출력은 EulerAngle과 Quaternion이 가능하며, 각각의 데이터 출력은 ASCII 형태로 출력되며 순서를 표 1에 나타내었다.

일반적으로 보울은 높더라도 분당 120 이하로 보행 특성은 2Hz이하에 분포하기 때문에 4Hz 이상의 샘플링이 필요하다. EBIMU의 샘플링은 빠른 걸음 및 뛰기를 고려하여 50Hz로 설정하였으며 57,600bps의 통신 속도를 가지도록 하였다.

또한 가속도센서 다리벨트는 안내견의 보폭을 판단하고 IMU 모듈에서 출력되는 가속도 값과 비교를 통한 자세를 판별하기 위한 용도로 사용된다. 다리벨트에서 사용된 가속도 센서는 MMA7260Q (Free scale, Co. Ltd., USA) 가속도 센서이다. 이 가속도센서는 저전압, 저전력으로 동작하며, 4가지 모드의 센싱 범위를 선택할 수 있고 슬립모드로 동작할 때는 3μA의 소비전류를 소

비하므로 다양한 저전력 응용에 적합하다.

III. 알고리즘

표 1. EBIMU의 데이터 출력 포맷
Table 1. Data output format of EBIMU

Format	Euler Angle	Quaternion
SOL	*	*
Data1	Roll	Q1
sp	,	,
Data2	Pitch	Q2
sp	,	,
Data3	Yaw	Q3
sp	,	,
Data4	가속도X	Q4
sp	,	가속도X
Data5	가속도Y	,
sp	,	가속도Y
Data6	가속도Z	,
sp	,	가속도Z
Data7		
EOL	CR LF	CR LF

2.2 무선 전송부

안내견의 행동을 시각장애인의 블루투스 이어셋에 음성메시지로 전달하기 위하여 HC-06(HC Information Technology Co., Ltd) 블루투스 모듈을 사용하였다. HC-06은 27mm × 13mm × 2mm의 소형 블루투스 모듈로서 2.4Ghz 칩 안테나가 내장되어 있다. TTL level의 UART 통신(1200bps ~ 115200bps)이 가능하며, F-IMU의 데이터를 직접 수신받기 위해 전송속도를 57600bps로 맞추었다. 3.0V ~ 3.3V의 동작 전원을 가짐으로 별도의 전원부 구성없이 직접적인 사용이 가능하다.

표 2. 무선 전송을 위한 Bluetooth 모듈 특성.

Table 2. The characteristics of the Bluetooth module .

Model	HC-06
Data rate	1200 ~ 115200bps
Bluetooth protocol	v2.0+EDR
Receiving sensitivity	≤-84dBm at 0.1% BER
Emission power	≤4dBm, Class 2
Profiles	Bluetooth serial port
Power supply	+3.3VDC 50mA
Transmission distance	10m

3.1 안내견의 좌표계 설정

기존의 자이로 센서를 이용한 방향 추정방법은 외부 환경에 영향을 받지 않지만, 가속도와 마찬가지로 오차가 누적되어 장거리 추정을 하기에는 적합하지 않다. 마그네틱을 이용한 지자계 센서는 주변 자계에 영향을 받지만 오차의 누적 현상이 없기 때문에 장거리 추정에 더 적합하다.

본 연구에서는 안내견의 행동 중 인지하기 어려운 7가지 행동을 판별하기 위하여 하네스 안장에 부착된 IMU모듈에 출력되는 Roll, Pitch, Yaw의 각도 값을 이용하였다.

안내견에 적용된 회전각의 좌표계는 그림 3과 같으며, X축을 중심으로 회전하는 각도를 Roll, Y축을 회전하는 각도를 Pitch, Z축을 중심으로 회전하는 각도를 Yaw로 정의하였다. 이와 같이 하네스 안장의 회전각에 따라 안내견의 방향을 추정하고 행동을 판별하고자 하였다.

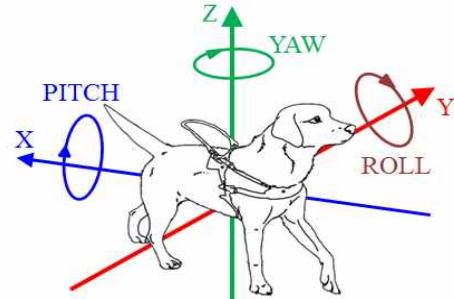


그림 3. 안내견 회전각 좌표계.

Fig. 3. The coordinates system of rotation angle of guide dog.

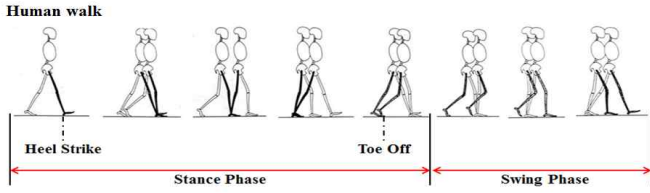
3.2 보폭 추정

안내견은 평상시 주인의 보폭에 맞춰 보행하기 때문에 그 변화폭이 크지 않지만 위험상황 발생 시 불복종현상에 따라 행동함으로써 급격한 보폭의 변화가 발생한다. 따라서 본 연구에서는 다리 벨트에 부착된 가속도 센서로부터 안내견의 보폭(정지, 걷기, 달리기)을 추정하고 이를 감지함으로써 위험상황을 보다 빠르게 인지하는데 도움을 줄 수 있도록 보폭 추정 알고리즘을 구현하였다.

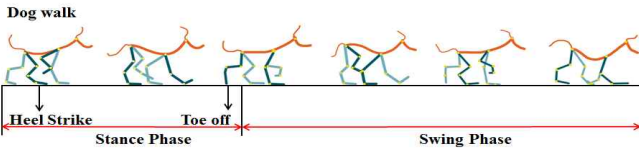
이동 중 안내견의 실제 발의 가속도(A_n)와 다리벨트에서 측정되는 발의 가속도(A_f)는 동일한 좌표계에 있지 않으며 그 결과도 동일하지 않다. 보행하지 않을 때에도 다양한 몸의 움직임으로 인해 A_f 에 가속도 변화가 나타나며, 단순 적분으로 속도를 구할 경우 이것은 잡음의 형태로 나타난다. 이를 제거하기 위한 방법으로 일반적인 사람의 보행 추정에서는 ZUPT(zero velocity update)가 많이 사용된다[8]. ZUPT는 보행중 발이 신체를 지지하는 동안은 발이 이동하지 않는 보행의 특성을 이용한 방법이다.

시각적으로 나타나는 일반적인 사람의 보행은 그림 4(a)와 같이 동일한 순서의 운동을 두 발이 번갈아 가며 반복적으로 수행함으로써 이동하는 과정이며, 입각기(stance phase)와 유각기(swing phase)로 나눌 수 있다[9]. 안내견의 보행 과정도 유사하게

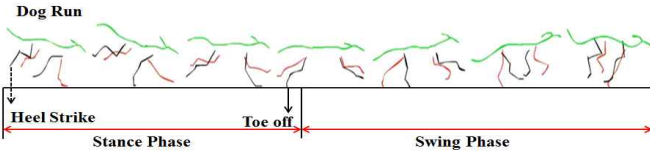
앞 발 및 뒷발이 번갈아 가면서 반복적으로 수행되며, 입각기와 유각기로 구분할 수 있다.



(a) human walk



(b) dog walk



(c) dog run

그림 4. 보행 단계.
Fig. 4. Gait Phases.

유각기는 TO(toe off)에서부터 HS(heel strike)까지의 구간으로 발이 지면을 떠나 이동을 하는 단계이다. 입각기는 HS에서부터 TO가 일어나기 전까지의 단계로 이 구간에서는 반대쪽 발의 유각기가 진행되며, 몸을 지지하는 축으로서 지면에 고정 된다.

입각기에서 발은 지면에 고정되기 때문에 A_f 는 중력가속도(g)만을 가지게 되므로 $A_f = 1g$ 일 경우, 입각기로 볼 수 있다. 발의 가속도 출력은 그림 5에 나타낸바와 같이 발의 좌표계 각 축에 나타나므로, A_f 는 식 (4)와 같이 낼 수 있다.

$$A_f = \sqrt{A_{fx}^2 + A_{fy}^2 + A_{fz}^2} \quad (1)$$

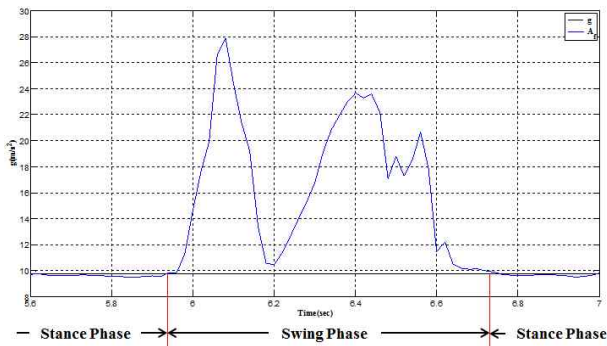


그림 5. 보행 상태에 따른 발의 가속도.
Fig. 5. Acceleration of the foot in gait.

그러나 입각기에서도 유각기에 있는 반대쪽 발의 움직임에 따라 A_f 의 값이 정확히 $1g$ 에 머물지 않으며, 입각기에서 가속도 출력이 중력가속도를 중심으로 평균 $9.92m/s^2$ 에서 최대 $10.15m/s^2$ 의 떨림이 나타나는 것을 그림 5에서 볼 수 있다. 따라서 입각기 동안의 동잡음을 고려하여 중력가속도를 제외한 최대 잡음의 두 배($10.5m/s^2$)를 입각기 판별 문턱치(Th_p)로 하여 보폭을 추정하였다. 이를 식 (5)에 나타내었다.

$$Ph_p = \begin{cases} stance, & \text{if } (A_f \leq Th_p) \\ swing, & \text{else} \end{cases} \quad (2)$$

또한 유각기는 입각기와 달리 발의 자세가 시간에 따라 변화하기 때문에 A_{fx} , A_{fy} 및 A_{fz} 에서 나타나는 중력가속도의 출력도 변한다. 따라서 A_f 는 유각기의 발의 자세가 변화되는 구간에서 가속도가 줄어드는 것으로 나타난다. 이때, A_f 가 Th_p 보다 작을 경우 그림 6과 같이 유각기(=1)를 입각기(=0)로 잘못 판단하게 된다.

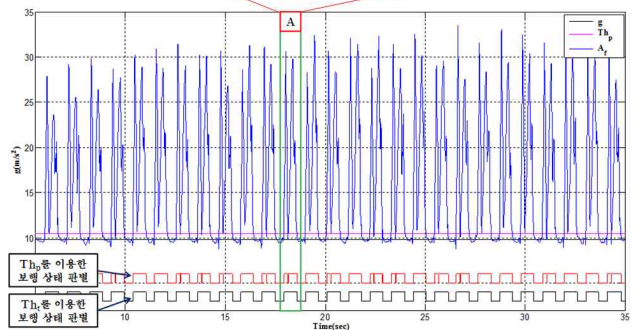
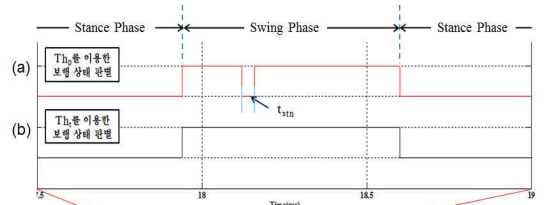


그림 6. 보행 상태 판별.

Fig. 6. The determine of gait state.

이를 보완하기 위해 0.2초의 상태 제한 시간(Th_t)을 두었다. 일반적으로 보폭을 높게 할 경우 분당 120회 정도이며, 한 걸음은 짧아도 0.5초 정도이다[9]. 유각기가 보행에서 차지하는 비율이 약 40% 이므로 유각기는 최소 0.2초 정도의 시간을 가진다. 따라서 그림 6에 나타낸 것과 같이 Ph_p 에서 측정된 입각기의 시간(T_{stn})이 Th_t 보다 작을 경우 유각기(T_{sw})로 판단하였다. 이를 식 (6)에 나타내었다.

$$Ph = \begin{cases} stance = 0, & T_{stn} \leq Th_t \\ swing = 1, & T_{stn} > Th_t \end{cases} \quad (3)$$

따라서 입각기와 유각기의 검출을 통하여 보폭을 추정할 수 있으며, 정지, 걷기, 달리기 판별이 가능하다.

3.3 안내견 행동 판단 규칙

본 연구에서는 안내견의 행동을 판단하기 위하여 안내견의 행동을 7가지로 나누어 분류하였으며, IMU에서 출력되는 Y축의 각도와 보폭 추정 알고리즘을 이용한 분류 기준은 다음과 같다. 그림 7에 안내견 행동 판단 규칙을 나타내었다.

- **내리막 계단(Descending Stairs)** : 안내견의 보폭 판별 결과가 정지 상태이며, 하네스에 장착된 IMU의 Y-축의 각도가 -45° 이하 일 경우 내리막 계단으로 분류한다.
- **오르막 계단(Climb Stairs)** : 안내견의 보폭 판별 결과가 정지 상태이며, 하네스에 장착된 IMU의 Y-축의 각도가 $+45^\circ$ 이상 일 경우 오르막 계단으로 분류한다.
- **정지(Stop)** : 안내견의 보폭 판별 결과가 정지 상태이며, 하네스에 장착된 IMU의 Y-축의 각도가 -45° 이상, $+45^\circ$ 이하 일 경우 정지상태로 분류한다.
- **평지(Flat Road)** : 안내견의 보폭 판별 결과가 걷기 상태이며, 하네스에 장착된 IMU의 Y-축의 각도가 -45° 이상, $+45^\circ$ 이하 일 경우 평지로 분류한다.
- **오르막길(Uphill)** : 안내견의 보폭 판별 결과가 걷기 상태이며, 하네스에 장착된 IMU의 Y-축의 각도가 $+45^\circ$ 이상 일 경우 오르막길로 분류한다
- **내리막길(Downhill)** : 안내견의 보폭 판별 결과가 걷기 상태이며, 하네스에 장착된 IMU의 Y-축의 각도가 -45° 이하 일 경우 내리막길로 분류한다.
- **선택적 명령불복종(Selective Disobedience)** : 안내견의 보폭 판별 결과가 달리는 상태이면 선택적 명령불복종으로 분류한다.

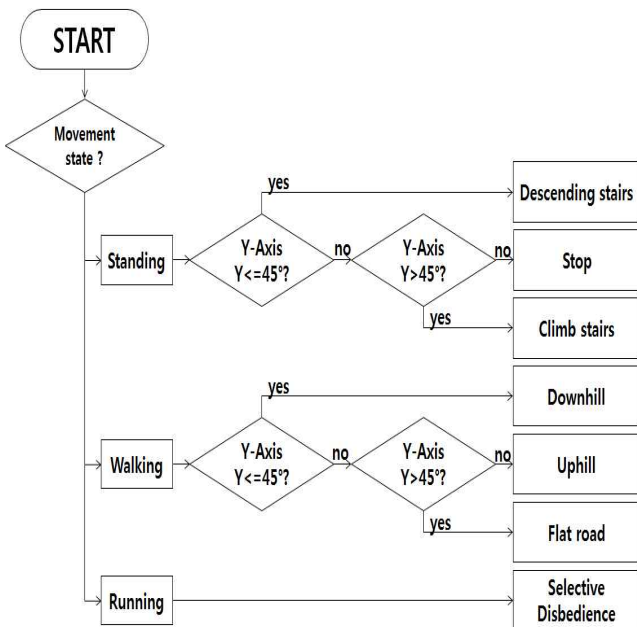


그림 7. 안내견 행동 판단 규칙.

Fig. 7. The determinant rules of guide dog behavior.

IV. 실험 및 결과

4.1 각 동작별 회전각 실험

본 연구에서는 안내견의 행동 규칙 중 시각장애인이 빠르게 인지하기 힘들었던 안내견의 정지자세, 오르막 계단 자세, 내리막 계단 자세, 오르막, 내리막 및 정지상태와 평지 이동 상태에 대하여 회전각에 대한 실험을 수행하였다.

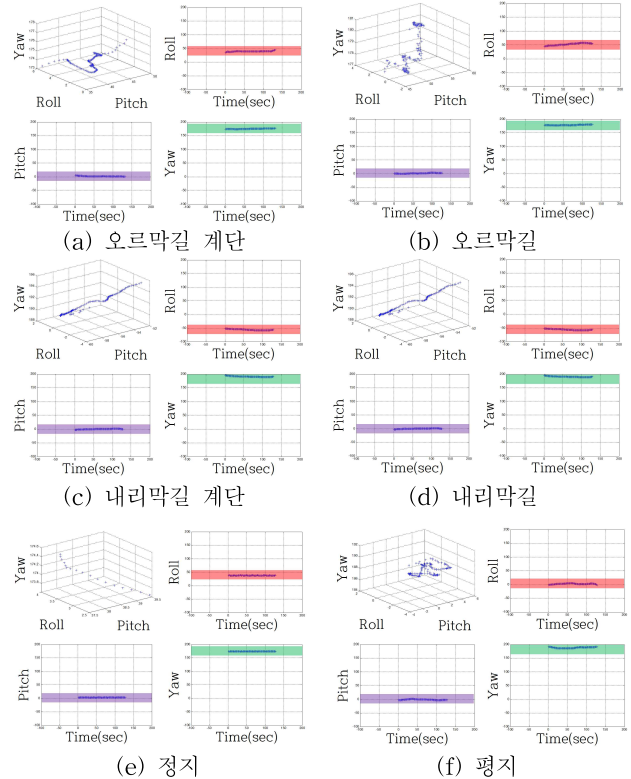


그림 12. 각 동작별 회전각 측정.

Fig. 8. The rotation angle for each action.

4.1 보폭 검출 실험

구현된 보폭 추정 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 40m의 경사가 없는 길을 자유롭게 직진 보행하는 실험을 수행하였다. 보행 속도는 시각장애인의 보폭에 맞추어 진행하였으며, 총 10회의 직진 보행 실험을 실시하였다. 보행 횟수 검출 실패율을 식 (4)과 같이 계산하였다.

$$errorrate(\%) = \frac{FP + FN}{Stcnt(STest + FN)} \times 100\% \quad (4)$$

여기서, STcnt는 실제 보행 횟수이며, STest는 추정된 유각기 횟수, FP(false positive)는 유각기를 추가 검출한 경우이며, FN(false negative)은 검출이 누락된 횟수를 의미한다. 보행 실험 결과를 표 3에 나타내었으며, 0.2%의 실패율을 보였다.

표 3. 보폭 판별 실험 결과.
Table 3. The results of gait detection.

	STcnt	STest	FP	FN	Total error	Error rate(%)
1	1978	1980	4	2	6	0.3%
2	1990	1991	2	1	3	0.2%
3	2010	2009	1	2	3	0.1%
4	1898	1898	1	1	2	0.1%
5	1975	1973	1	3	4	0.2%
6	2012	2013	3	2	5	0.2%
7	1988	1990	4	2	6	0.3%
8	2002	2001	0	1	1	0.0%
9	1899	1901	2	0	2	0.1%
10	2011	2011	1	1	2	0.1%
Avg.						0.2%

VI. 결론

본 연구에서는 시각장애인의 안전한 직선 속보를 도와주고, 안내견의 행동중 시각장애인이 곧 바로 인지 할 수 없는 상황과 갑작스러운 행동으로 인해 공황상태에 빠지지 않도록 안내견의 행동을 알려 줄 수 있는 시스템을 개발하고자 하였다.

물론 기존 안내견을 이용하는 시각장애인은 이미 고도로 감각이 발달하여 쉽게 위험상황을 인지하거나 복잡한 환경에서도 쉽게 인지가 가능하게 훈련되어 있다. 하지만 최근 지속적으로 안내견의 보급률이 증가하는 추세로 새롭게 이용하려는 시각장애인은 그 훈련기간 및 적응에 많은 시간을 필요로 한다. 즉, 갑작스런 위험상황에서 쉽게 대처하기가 힘들다. 따라서 본 연구에서 구현된 시스템을 통해 안내견의 행동을 판단하여 사용자에게 알려줌으로써 이러한 훈련기간을 줄이고, 위험한 상황에서 한번 더 인지를 시켜줌으로써 안전하게 상황을 벗어날 수 있도록 도움을 줄 수 있다. 특히 너무 많은 상황정보를 사용자에게 전달하는 것 또한 문제가 될 수 있기 때문에, 가장 인지하기 어려운 행동에 대한 정보만을 전달하도록 구현하였다.

향후연구에서는 다수의 안내견을 대상으로 다양한 경로를 설정하고 임의의 돌발상황을 설정함으로써 구현된 시스템의 성능을 향상시키기위한 연구를 수행하고자 한다.

참고 문헌

- [1] 한국시각장애인 복지재단, “시각장애인 보행원리”, 한국시각장애인복지관:http://www.hsb.or.kr/client/visually/visually3_4.asp[6.13, 2014]
- [2] 박동현, “시각장애인 점자블록, 안전의 또 다른 사각지대”, 정책브리핑 문화체육관광부:<http://reporter.korea.kr/newsView.do?nid=148779542> [6.13,2014]
- [3] 이진희, 임석현, 이은석, 신병석, “초음파 센서와 GPS를 연동한 시각장애인 실외 보행지원 시스템“, 정보과학회논문지, 제36권, 제6호, 한국정보과학회, pp. 462-470, 2009.
- [4] Kang, J., Song, B., Hwang, J., Yu, K., Yoon, M. “Walking Guide Robot with tactile display and 3D ultrasonic sensing system for the Blind”, In ITC-CSCC: International Technical Conference on Circuits Systems, Computers and Communications, pp. 417-420, 2006.
- [5] 홍하일, “맹인 안내견에 대해서”, 대한수의사회지, 제32권, 제4호, pp.258-263, 1996.
- [6] 이진형, 이혜균, 송병섭, “시각장애인을 위한 보조기기의 사용과 현황에 대한 연구”, 한국시각장애교육재활학회, 제22권, 제2호, pp. 31-48, 2006.
- [7] Sam, “그들의 삶이 궁금하다. 안내견훈련24시”, 삼성이야기:<http://blog.samsung.com/2726/>[6.13, 2014]
- [8] Skog, I., Handel, P., Nilsson, J. O., & Rantakokko, J.o, “Zero-Velocity Detection An Algorithm Evaluation”, IEEE Transactions on., Vol. 57, No. 11, pp.

4.3 안내견 행동 판별 실험

안내견 행동 판별 규칙에 따라 분류 성능을 평가하기 위하여 IMU 센서모듈과 가속도센서를 안내견의 하네스 안장 중앙과 다리 벨트(허벅지)에 설치하였으며, 시각장애인이 인지하기 어려운 행동을 포함하는 7가지 행동을 각각 실시하고 실제 행동과 시스템에서 분류된 결과를 비교하기 위한 실험을 실시하였다. 실험결과를 표 4에 나타내었으며, 총 인식률은 평균 93.40%였으며 a.오르막 길, b.내리막 길, c.오르막 계단, d.내리막 계단, e.정지 자세, g.평지등에서 일상 보행 중 발생하는 자세에서는 95.64%의 인식률을 확인하였다. 부분적인 오차에 있어서는 각각의 자세에 유사성에 의한 인식으로 확인하였으며 추후 보폭과 IMU모듈, 가속도센서의 값으로 인한 진화된 분류 알고리즘 적용을 통하여 최소 오차를 구현 할 것이다.

표 4. 안내견 행동 규칙에 따른 종합 인식표.
Table 4. guide dog behavioral rules according to identification tag.

		행동분류 (Activity Classification)						인식률 (%)
		a	b	c	d	e	f	
행 동 라 벨	a.오르막 길	163		11		1		93.14
	b.내리막 길		160		12	3		91.43
	c.오르막 계단	3		167		3	2	95.43
	d.내리막 계단		2		173			98.86
	e.정지 자세		4			171		97.84
	f.불복종 명령	8	10	3	3	11	140	80
	g.평지						5	170
Avg.								93.40

2657-2666, 2010.

[9] 한상덕, “WORKLOGY 건강학”, 학문사, pp.78-93, 1963.



안 병 구 (Byeong-Gu Ahn)

2014년 2월 동서대학교 정보통신공학과(공학사)
2004년 2월 ~ 현재 동서대학교 유비쿼터스 IT(공학석사)
※주관심분야 : 생체신호처리, 마이크로프로세서



노 윤 홍 (Yun-Hong Noh)

2008년 2월 동서대학교 정보네트워크공학과 (공학사)
2010년 2월 동서대학교 유비쿼터스IT(공학석사)
2013년 2월 동서대학교 유비쿼터스IT(공학박사)
2013년 9월~현재 동서대학교 BK21플러스 박사후과정

※주관심분야 : 생체 계측 시스템, 생체신호처리



정 도 운 (Do-Un Jeong)

正會員

2000년 2월 동서대학교 전자공학(공학사)
2002년 2월 부산대학교 의공학(공학석사)
2005년 8월 부산대학교 의공학(공학박사)
2005년 3월~현재 동서대학교 컴퓨터정보공학부 부교수

※주관심분야 : 생체계측, 신호처리, 헬스케어
