

베이지언(Bayesian) 식별규칙에 의한 보행보조로봇의 고관절 제어모드 판별 알고리즘 연구

A Study on Determinant Algorithm of Gait Mode of Gait-assistant-robot by the Bayesian Recognition Regulation

*강성재, #류제청, 조현석, 김규석, 문무성

*S.J. Kang(kangsj@korec.re.kr), J.C.Ryu, H.S.Cho, G.S.Kim, M.S.Mun
근로복지공단 재활공학연구소

Key words : Gait assistant robot, bayesian recognition, rehabilitation

1. 서론

교통사고, 뇌졸중, 심장 및 폐질환에 의해 정상적인 보행이 불가능한 장애인구수가 증가하고 있다. 거동이 불편한 장애인의 일상엔 보행 뿐만 아니라 앉기 서기, 계단오르기와 내리기등 다양한 일상생활동작이 있고, 또한 사람별로 다른 패턴을 가지고 있다. 따라서 현재 개발된 보행보조로봇은 불가능한 인공지능 인식을 사용자가 스위치로 선택하도록 하고 있는 상황이다. 인공지능(Artificial Intelligence) 연구는 크게 두가지 접근방법에 의해 이루어진다. 첫 번째는 구체적인 사실들을 정해진 체계 내에서 집합으로 표현한 후, 적절히 변형하고 조합함으로써 추론, 의사결정, 학습등을 수행하는 방법이며, 두 번째는 인공지능을 실현하기 위해서 인간의 두뇌를 모방한 신경망(Neural Network)을 구성하여 종합적인 신호처리를 하는 방법이다. 이 중 AI 연구에서의 첫번째 접근방법 중에서 통계학이 많이 사용되고 있다. 특히 전문가시스템(Expert System)에서의 불확실성(Uncertainty) 처리문제와 Bayesian 학습방법, 패턴인식(Pattern Recognition) 분야 연구에서 Bayes 결정이론이 중요한 역할을 한다. 따라서 본 연구에서는 정상인이 일상생활에서 발생할 수 있는 보행 상황을 가정하여 10명의 일상생활동작을 모션분석하고, Bayes 결정 이론을 통하여 인체의 움직임 패턴을 정규화하고자한다. 측정된 인체 움직임 분포의 통계량을 이용하여 일상생활변화를 검출하는 통계량에 기초한 베이지언(Bayesian) 식별알고리즘을 제안한다.

2. 연구방법

본 연구에서는 일상생활에서 발생할 수 있는 평지보행, 계단보행, 앉기, 일어서기 동작에 관한 인체 움직임데이터를 3차원보행분석시스템을 이용하여 측정하였다. 정상인 보행분석은 10명의 건강한 20~30대 남성을 대상으로 수행하였다. 피검자의 키는 173.76cm, 표준편차 5.31cm이며 평균 체중은 75.48kg, 표준편차 11.17kg이다. 실험 프로토콜은 정상인을 대상으로 크게 평지보행, 계단보행, 의자기립 세가지로 나누었다. 그리고 각 동작에서 상지의 지지 유무에 따른 분류, 계단을 오르는 방법에 따른 분류, 보행 속도에 따른 분류 등의 조합에 따라 그림과 같이 총 19가지 종류의 실험을 수행하였다. 각 종류별로 3~5회의 실험을 수행하여 개인의 시도에 따른 편차를 줄이고자 하였고, 전체 실험 회수는 약 700 건 이었다.

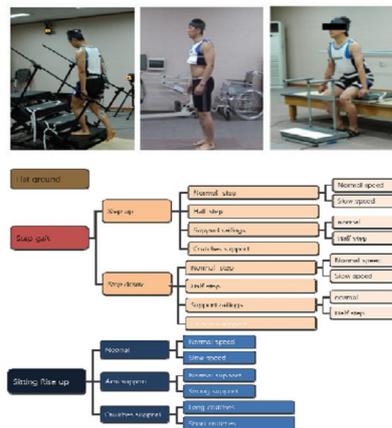


그림1. 보행데이터 측정

3. 결과

3차원 보행측정 데이터를 이용하여 측정된 데이터를 기반으로, 아래 그림과 같이 인체의 좌측과 우측 고관절에 부착된 마커데이터를 이용하여 좌측 고관절 각도변화와, 우측고관절 각도변화 그리고 골반 중심점과 좌우 대퇴 마커의 각도변화를 분석데이터로 사용하였다. 골반의 좌측 결절을 기준으로 좌측 대퇴에 부착된 마커와 골반의 우측 결절 좌표의 벡터를 기준으로 좌측 고관절 움직임 $L_hip(x)$ 을 계산하였고, 골반의 우측 결절을 기준으로 우측 대퇴에 부착된 마커와 골반의 좌측 결절 좌표의 벡터를 기준으로 우측 고관절 움직임 $R_hip(x)$ 을 계산하였다. 보행과 정지의 원활한 판별을 위해 좌우 고관절의 각도 차이를 이용하였으며, 좌우측 골반결절의 평균점에서 좌측과 우측의 대퇴부 마커와의 각도차이를 $D_hip(x)$ 로 계산하였다. 측정하여 분석 처리된 10명 성인의 좌측 고관절 각도변화의 평균 및 편차는 표와 같다.

표1. 보행 특징점 추출

	좌측고관절각도	우측고관절각도	좌우측고관절 각차이
계단보행	16.89 _j ±2.12 _j	15.83 _j ±2.92 _j	13.63±4.72
평지보행	17.16± 4.66	13.32± 3.68	13.07± 4.74
앉기/일어서기	19.05± 3.44	22.93± 3.00	14.28 ±1.01

x축을 right hip angle, y축을 left hip angle, z 축을 좌우 hip angle 차이로 설정하고, 측정된 데이터의 평균과 편차를 기준으로 베이지안 결정 이론을 적용하기 위해, 정규분포로 가정된 데이터를 생성하였다. 3가지 조건에 대한 확률 $p(w_i)$ 는 1/3으로 가정하였다. 데이터의 분포는 아래 그림과 같다.

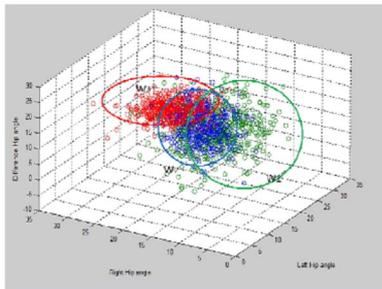


그림2. 보행모드 특징점 추출

베이지안(Bayesian) 추정이론확률이론에 근거하여 걷는 개체의 상태이며 $P(걷)$ 는 개체의 상태가 걷일 확률이다. 걷는 군(class)으로서 전체군

을 몇가지 상태로 구분하면, $P(w_1)+P(w_2)+P(w_3)=1$ 이다. $P(w_i|x)$ 는 x 상태일 때 w_i 일 조건부확률이며 $P(x|w_i)$ 는 w_i 군에 속할 때 x 상태일 확률이다. 이를 베이지 추정법으로 정리하면 $P(x|w_1)/P(x|w_2) < P(w_2)/P(w_1)$ 이다. 베이지 분류시스템이 최소 에러비(error ratio)를 가질 경우, 판별함수의 최대 값은 최대사후확률에 해당한다. 따라서, $g_i(x) = P(w_i|x)$ 이며 판별함수 $g_i(x) = P(x|w_i)P(w_i)$ 이다.

4. 결론

본 연구에서는 보행의 단계를 평지보행, 계단보행, 기립 및 착석 세 가지 조건으로 가정하였고, 이때 발생될 확률을 각각 1/3으로하였다. 실제로는 경사 보행등 현재의 보행조건보다 다양한 조건이 존재하며, 현 단계에 따라 다음단계의 보행조건 확률을 정의하는 것이 좀더 정확하다. 향후 통계적으로 유의한 데이터가 되기 위하여 향후 피검자의 수를 증가할 예정이며, 좀더 많은 보행패턴으로 구분되는 기법을 연구하여 로봇 시스템에 적용할 예정이다.

후기

본 논문은 보건복지부 보건의료연구개발사업 노인;장애인 재활보조기구 개발 사업(과제번호: A091255)의 지원으로 이루어 졌습니다.

참고문헌

1. United Nations, The Sex and Age distribution of World Population, each year.
2. Perry J., Gait Analysis : Normal and Pathological Function, NJ:SLACK 1992
3. M. P. Kadaba, H. K. Ramakrishnan, Measurement of lower extremity kinematics during level walking, J Orthop Res, 1990, 383-392
4. Earl Gose. Richard Johnsonbaugh. Steve Jost ,Statistical Decision Making. Pattern Recognition and Image Analysis ,Prentice Hall, 1996,
5. Heckerman DE. Learning Bayesian networks: The combination of knowledge and statistical data. Redmond,
6. Heckerman DE. Bayesian networks for data mining. Data Mining and Knowledge Discovery 1997;1:79-119