

자율 주행을 위한 LED 색도 기반 실내 위치 인식 시스템

조소현^{1,*} · 우주¹ · 변기식¹ · 정재훈²

¹부경대학교 · ²군산대학교

LED Chromaticity-Based Indoor Position Recognition System for Autonomous Driving

So-hyeon Jo^{1,*} · Joo Woo¹ · Gi-sig Byun¹ · Jae-hoon Jeong²

¹Pukyong National University · ²Kunsan National University

E-mail : shjo960@naver.com / whj9419@naver.com /

gsbyun@pknu.ac.kr / jh7129@kunsan.ac.kr

요 약

자동차의 전장화와 실내 서비스 제공 로봇 등의 산업화로 자율주행에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 일반적으로 주변이 넓은 외부의 경우 주로 GPS나 라이다, 비전을 통해 위치를 인식하고, 실내에서는 WiFi, UWB(Ultra-Wide Band), VLP등의 기술로 위치 측위를 수행한다. 본 논문에서는 실내 환경에서 서로 다른 색온도를 가진 LED 조명을 이용한 자기 위치 측위에 대한 시스템을 소개한다. 터널과 같은 모의 실험 환경에서 LED 조명을 설치 한 후, 위치에 따른 색도값의 분석을 통해 현재 위치에 대한 정보를 얻을 수 있음을 보였다. 이를 통해 차량의 터널 내 위치, 창고나 공장과 같은 실내에서 기기의 움직임에 대한 정보를 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

ABSTRACT

With the expansion of the indoor service-providing robot market and the electrification of automobiles, research on autonomous driving is being actively conducted. In general, in the case of outside, the location is mainly recognized through GPS, and location positioning is performed indoors using technologies such as WiFi, UWB (Ultra-Wide Band), VLP, LiDAR, and Vision. In this paper, we introduce a system for location-positioning using LED lights with different color temperatures in an indoor environment. After installing LED lights in a simulated environment such as a tunnel, it was shown that information about the current location can be obtained through the analysis of chromaticity values according to location. Through this, it is expected to be able to obtain information about the location of the vehicle in the tunnel and the movement of the device in a room such as a warehouse or a factory.

키워드

LED, 색도좌표, CCT, 실내위치측위, 자율주행

1. 서 론

자동차의 전장화에 따른 자율주행 기술의 발전과 함께 무인 운행, 자율주행, 실내 이동 로봇 등 다양한 분야에서 모빌리티 시장의 규모가 증가하며 자기의 위치에 대한 정확한 정보를 얻기 위한 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1]. 일반

적으로 실외에서는 태블릿PC, 스마트폰, 네비게이션 등의 단말기를 통해 GPS 신호를 이용하여 위치에 대한 정보를 쉽게 얻을 수 있지만, GPS 신호가 닿지 않는 실내나 빌딩숲과 같은 지역에서는 위치 정보에 대한 오차가 커지거나 위치 정보를 받을 수 없게 된다. GPS가 닿지 않는 실내에서 위치 측위를 하기 위한 다양한 방법들도 연구 되고 있다. 스마트 기기와 개인PC 사용 증가와 함께 수많은 Wi-Fi, 5G, LTE 등의 통신망이 구축 되었고, 이러

* speaker

한 통신을 이용하여 Fingerprinting, 삼변측량, BLE (Bluetooth Low Energy) 방식 등을 통해 위치를 추정하는 방식이 연구되었다[2]. 카메라, 레이더, 라이다 등을 이용하여 이미지 처리를 통한 위치 인식 기술이 있으며, 소리와 조명을 이용하여 수신 감도를 통해 위치를 인식하는 기술도 있다[3].

빛은 파장에 따라 색이 달라지며 이는 R, G, B 값의 측정을 통해 CIE에서 지정한 3 자극치 X, Y, Z 값을 구할 수 있다. 이 값을 2차원 평면상에 나타내어 색도도 상의 x, y 좌표를 얻을 수 있으므로, LED 빛의 색온도에 대하여 색좌표 (x,y)를 얻을 수 있다[4]. 본 논문에서는 2D 평면에서 각기 다른 색온도를 가지는 LED 조명을 통해 위치에 따라 측정되는 빛의 성분을 분석하여 해당 위치를 추정하는 기술을 소개한다.

II. 시스템 구성

본 연구에서는 기본으로 5000K, 5700K, 6500K 조명을 bar 형태로 만들었으며, 각 bar에 6000K의 LED 등을 추가로 부착하여 사용하였다. 그림 1과 같이 터널 형태에 조명을 설치하고, 가로*세로 60cm*90cm 의 좌표를 가지며, 10cm 간격으로 총 40cm*70cm 범위의 색도도를 측정 한 뒤 위치에 따른 데이터 값을 분석하여 구역을 나누게 된다. 좌표 추정을 위해 색도도 y 좌표(value y)와 상관색온도 CCT(Correlated Color Temperature) 값을 비교하여 두 구간이 중첩되는 부분을 통해 해당 좌표를 추정하였다. CCT 값은 McCamy's formula를 통해 주어져 식(1)과 같은 관계식을 가진다[5].

$$CCT = 449n^3 + 3525n^2 + 6823.3n + 5520.33 \quad (1)$$

where $n = (x - 0.3320) / (0.1858 - y)$

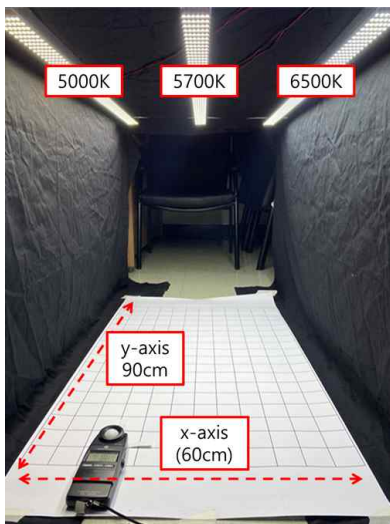


그림 1. 실험 환경 조성

III. 데이터 처리

10cm 간격으로 측정 된 데이터를 그림 2와 같이 MATLAB을 이용하여 보간법을 통해 0.5cm 간격으로 사이값을 추정하였다. 이것을 등고선 형태로 변환하여 서로 중첩하면 그림 4와 같이 X 자 형태로 겹치는 구역이 발생한다. 이를 통해 측정 위치에 대한 좌표를 추정하게 된다.

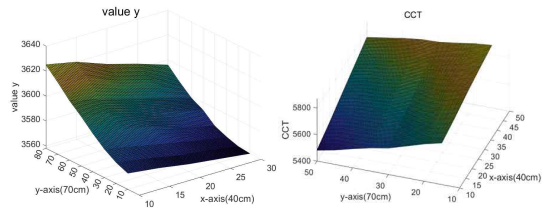


그림 2. 보간 된 value y 와 CCT

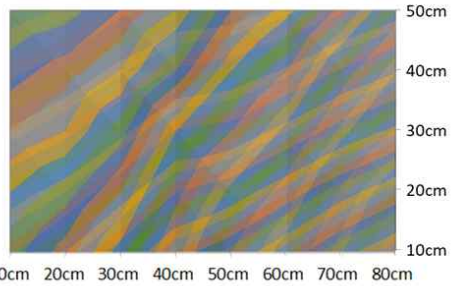


그림 3. x,y 좌표 별 Value y와 CCT 값의 중첩도

IV. 실험 결과

(15,65) 위치와 (30,40) 위치에서 value y값과 CCT를 측정한 뒤, 3장에서 얻은 데이터 좌표 지도를 통해 해당 측정 위치를 추정 할 수 있는지에 대한 시뮬레이션을 진행하였다.

표 1. 실제 측정값과 보간값을 통한 추정값

(cm)	실제 값		보간을 통한 추정값	
	value y	CCT	value y	CCT
x=15 y=65	3607	5563.383	3608.25	5556.68
x=30 y=40	3583	5708.866	3580	5708.87

실제 측정한 값을 기반으로 보간 좌표에서 해당 위치를 추정한 결과는 그림 4와 같으며, 보간값을

기반으로 실제 위치와 유사한 위치에 대해 추정하는 것을 확인 할 수 있다.

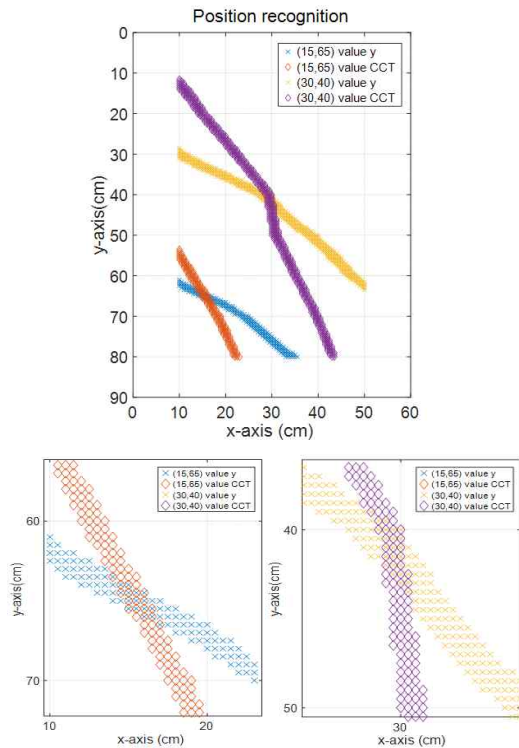


그림 4. 실제 측정값을 이용한 보간 좌표에서 위치 추정

V. 결 론

본 논문에서는 서로 다른 색온도를 가진 LED 전등을 이용하여 위치 별 측정 되는 데이터 값을 통해 해당 좌표에 대한 위치 측위가 가능 한 것을 보여주었다. 자율 주행 기술의 중요성이 커지는 만큼, 특히 실내에서 운용 될 제품에 대해 이러한 기술을 응용하여 간단한 설비를 통해 위치 추정이 가능 할 것이다. x-axis, y-axis 그래프 기준 오른쪽 위 방향으로 갈수록 중첩 되는 부분이 넓어 지기 때문에 좀 더 정확한 위치 추정을 위해 추가 연구가 필요하다.

Acknowledgement

이 논문은 2021년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0012451, 2021년 산업혁신인재성장지원사업)

References

- [1] Lee, S. U., and Kim, S. U., “실내 위치추위 기술 동향 및 전망,” Information and Communications Magazine, Vol. 32, No. 2, pp. 81-88, 2015.
- [2] I. Bisio et al., "A Trainingless WiFi Fingerprint Positioning Approach Over Mobile Devices," in IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 13, pp. 832-835, 2014, doi: 10.1109/LAWP.2014.2316973.
- [3] Lin, Bangjiang, et al. “An indoor visible light positioning system based on optical camera communications.” IEEE Photonics Technology Letters 29.7 (2017): 579-582.
- [4] Jeong, Jae-Hoon, and Kiwon Park., "Numerical Analysis of 2-D Positioned, Indoor, Fuzzy-Logic, Autonomous Navigation System Based on Chromaticity and Frequency-Component Analysis of LED Light.” Sensors, Vol. 21, No. 13, 4345, 2021.
- [5] J. B. Valencia, F. L. Giraldo and J. V. Bonilla, “Calibration method for Correlated Color Temperature (CCT) measurement using RGB color sensors,” Symposium of Signals, Images and Artificial Vision - 2013: STSIVA - 2013, 2013, pp. 1-6, doi: 10.1109/STSIVA.2013.6644921.