

논문 2022-1-11 <http://dx.doi.org/10.29056/jsav.2022.06.11>

Drive-Thru매장 Touch Panel의 편의성을 위한 주문자 높이 검출 시스템

최용수*†

Orderer Height Detection System for Convenience of Touch Panel of Drive-Thru Store

Yong-Soo Choi*†

요 약

드라이브 스루 매장은 자동차를 이용하는 사용자의 편의를 위해 서비스 제공자가 구성하여 서비스에 사용한다. 그러나 실제 사용에서는 자동차에 앉아서 서비스를 제공받는 것 외에 사용자의 편의와 서비스 제공자의 효율성을 위한 기술적 시도는 거의 없었다. 본 논문에서는 서비스 제공자의 효율적인 운영과 드라이브 스루 매장의 사용자 만족도 향상을 위한 효율적인 주문 시스템을 개발하는 것을 목표로 한다. 대부분 차량의 높이 인식을 위한 시스템들은 초음파센서 등의 사용을 하고 있으나 초음파 센서, 포토센서 등의 숫자가 많아 다양한 차종의 구분이 가능하다.

제안된 시스템에서는 추가적인 센서의 사용을 배제하기 위해 대부분의 서비스를 카메라의 이미지 인식 기술을 이용하여 구현하였다. 차량 진입, 차종 구분, 터치 패널의 화면 출력(메뉴 표시) 위치 등 제안된 자동화를 통해 드라이브 스루 이용의 효율을 높일 수 있음을 확인하였다.

Abstract

Drive-thru stores have been structured for the convenience of service providers users. However, there were few technical attempts for user convenience and service provider efficiency in actual usage. In this paper, we aim to develop an efficient ordering system for efficient operation for service providers and improvement of user satisfaction in drive-thru stores.

In particular, in order to exclude the use of additional sensors, most services were implemented using the image recognition technology of the camera. The efficiency of drive-thru use has been improved through proposed automation including vehicle entry, vehicle type classification, and screen output(menu display) location of the touch pannel.

한글키워드 : 드라이브-쓰루, 주문자 높이 검출, 맞춤형 메뉴판, 터치 패널, 카메라 센서

keywords : Drive-Thru, Orderer Height Detection, Customized Menu Display, Touch Panel, Camera Sensor

* 신한대학교 기계자동차융합공학부

† 교신저자: 최용수(email: ciechoi@shinhan.ac.kr)

접수일자: 2022.06.09. 심사완료: 2022.06.19.

게재확정: 2022.06.20.

1. 서 론

Drive-Thru서비스는 실제 주차하지 않고도 손

님이 물건을 사거나 서비스를 받을 수 있도록 하는 서비스이다. 그 예로 자동차 수리와 같은 서비스의 종류가 있었다. 최근 IT기술이 발달하면서 무인서비스가 발달함에 따라 대형마트, 편의점, 외식업체 등 많은 곳에서 무인서비스가 사용되고 있다. 2018년 아마존(Amazon)사는 무인매장인 아마존 고(Amazon GO)를 일반인 대상으로 영업을 시작하였고 같은 해 국내에서는 이마트24 무인편의점과 키오스크를 이용한 세븐일레븐 무인편의점(세븐일레븐 익스프레스)을 첫 선보였다.



그림 1. 드라이브 쓰루 서비스 개념도
Fig. 1. Concept of Drive-Thru Service

최근에는 코로나19의 영향으로 비대면 주문시스템에 대한 필요성은 더욱 높아졌다고 할 수 있다. 특히, 국내에는 드라이브 쓰루형 매장이 늘고 있으나 여전히 음성을 이용하여 매장직원이 소비자의 요구를 대리 주문하는 형태를 사용하고 있다[1,2].



그림 2. 음성주문형 Drive-Thru
Fig. 2. Voice Order Based Drive-Thru

본질적인 Drive Thru 매장의 서비스 프로세스를 분석해보면 다음과 같다.



그림 3. 드라이브 쓰루 서비스 프로세스
Fig. 3. Drive Thru Service Process

하지만 많이 활용되고 있는 Drive-Thru 시스템의 사용방식은 본질적 서비스 흐름과는 다소 차이가 있다. 대부분의 활용 매장에서는 차량진입 후 대기중인 직원이 질문 또는 운전자가 직원을 호출한다. 직원 또한 마이크 등과 같은 부가소통도구를 활용하여 주문을 도와준다. 주문 후 차량이 이동하여 물건 수령 및 결제를 수행하는 과정을 거친다.

결국 주문자와 직원의 소통 그리고 고객 취향의 발현에 대해 상당히 제한적이며 서비스의 동기화가 어렵다. 매우 단순한 업무를 수행하는 고객 응대직원의 인력낭비 및 인건비 상승 등의 개선점이 존재한다.

차량의 높이를 측정[3-6]하는 또다른 응용으로는 고속도로 톨게이트와 같은 현상이 있으며 대부분 초음파 센서 및 포토센서를 이용하여 차량의 높이를 인지하고 있는 실정이다.

2. Drive-Thru 운전자 높이 인지 시스템

논문에서는 Drive-Thru 서비스가 가지는 문제들의 해결방안을 다음과 같이 제시해 본다.

제안된 연구에서는 해결방안을 달성하기 위하여 카메라(영상) 센서만을 사용하여 차량의 진입 감지, 차량(주문자)의 높이 인지, 메뉴판 위치 조정, 오인식 최소화 등을 위한 영상처리 알고리즘을 개발하였다.

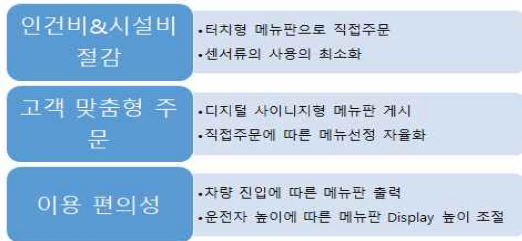


그림 4. 드라이브 스루 서비스 개선사항
Fig. 4. Improvement Items of Drive-Thru Service

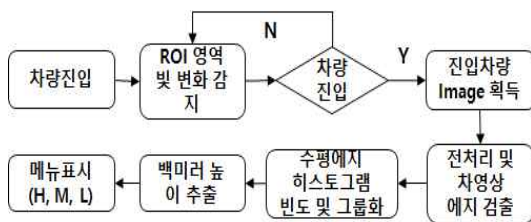


그림 5. 차량높이 추출 흐름도
Fig. 5. Flowchart of Orderer Height Detection

2.1 Drive Thru 서비스 자동화 해결 과제

고속도로 톨게이트 및 주차장 진입통제 시설들은 대부분 초음파 센서 또는 적외선 센서등을 이용하여 차량의 진입 및 차량의 높이 등에 인식을 실시한다. 하지만 센서의 사용 수가 많아야 높이에 따른 다양한 차종(차량 또는 운전석 높이)의 구분이 가능하다.

운전자의 높이를 추정할 때 공통적으로 인지되는 차량의 특징을 조사해 보았다. 대부분 차량에서 운전석 지붕의 높이 또는 사이드미러의 높이를 인식하고 운전자의 신체적 특징을 포함하여 운전자의 높이를 추정할 수 있다.

차량진입 시 센서의 오인식으로 인한 손실의 최소화를 위해 차량의 감지영역을 ROI(Region of Interest)로 정해놓고 해당 영역의 영상을 분석함으로써 차량과 비차량의 여부와 차량 진입 여부를 판단할 수 있다[8-10].

2.2 Drive Thru 운전자 높이 감지 시스템

Drive Thru 매장의 차량 진입로에 설치된 터치 패널은 고정식이나 실제 진입하는 차량의 종류는 다양하다. 제안된 시스템에서는 드라이브 스루 매장에서 메뉴 주문자의 상황(높이)을 인지하여 터치 패널의 메뉴판의 위치를 맞춤형으로 제시하기 위해 차량의 운전석 높이 검출 시스템을 개발하였다.

카메라로부터 약 3.6m 떨어진 영역에 해당하는 ROI영역에 변화가 감지되면 차량의 진입 판단을 시작한다. 차량 진입 시 ROI영역을 설정하기 위해 카메라 앵글 내에 인식대상 차종의 가장 넓은 폭을 넓이(W)로 설정하고 차량의 인식시작 지점을 높이(H)로 설정하였다. 즉, 카메라의 영상에서 차량의 폭(W)과 인식시작점(H, $H+\alpha$)를 가지는 사각형 영역을 차량의 진입인식 지점으로 정하였다.

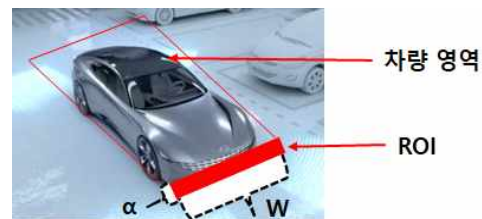


그림 6. 차량영역과 ROI 영역의 설정
Fig. 6. Setting for Car Detection Area and ROI

차량 진입로를 촬영하는 카메라는 연속영상을 촬영하며 연속영상 간 차이가 없으면 해당 영상을 배경영상으로 저장하며 차영상의 값이 발생하기 시작하면 객체의 진입을 감지하고 ROI영역에서 변화가 생길 때까지 계속 촬영을 실시한다. ROI영역에서도 차량의 넓이에 해당하는 영역의 변화가 발생했을 때 차량의 진입을 최종 판단한다.

차량의 진입 감지를 위해 차량 비인지 상태에

서의 영상을 Ground Truth(Back)영상으로 정기적으로 저장하며 그 이유는 주변의 환경변화(밝기, 주변 시설물 등)에 적응적으로 차량의 인지를 수행하기 위해서이다. 카메라에서 얻어지는 Back 영상과 실시간 얻어진 영상(Comp)의 ROI영역에서 밝기 변화가 일정하기 이상 측정되면 1차적으로 차량의 진입을 판단한다. 진입된 차량의 영상과 배경영상에서 블러링 등의 필터링 및 잡음상쇄 등의 전처리를 수행한다.[7] 그리고 각 에지영상의 차영상을 구해 진입차량의 에지가 주로 포함된 이진영상을 추출한다.

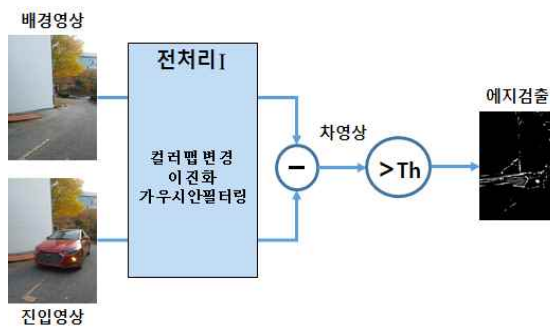


그림 7. 사이드미러 인식을 위한 차영상
Fig. 7. Difference Image for Side Mirror Detection

차량의 진입이 확인된 후 본격적인 운전자 높이검출 모듈의 처리를 시작한다. 먼저 잡음의 제거 및 색상의 단일화를 위한 필터의 적용 및 Intensity(Gray) 이미지를 획득 한 후 에지검출을 위한 컨볼루션 연산을 수행한다. 검출 된 에지 중에서 수평에지의 히스토그램은 차량의 사이드미러가 위치한곳에서 항상 가장 큰 히스토그램 빈도를 가진다. 또한 수평에지들은 차량의 여러 위치에서 그룹으로 형성된다. 히스토그램 그룹이 1개 이상일 경우 2차적으로 차량의 여부를 재확인하고 사이드미러의 높이를 빈도가 빈도수가 가장 높은 히스토그램의 인덱스를 통해 차량의 높이를 측정한다. 수평에지들에 대한 히스토그램을

구할 때 사이드미러 높이에 대한 에지검출 강건성을 위해 히스토그램 인덱스를 일정 단위마다 병합하는 Bin 히스토그램으로 변환을 실시한다. 여기서 히스토그램 Bin은 히스토그램 Index를 여러개씩 묶는 것을 말하며 유사 인덱스그룹의 빈도를 합쳐서 표시하는 히스토그램 표시 방식이다. 마지막으로 차량의 사이드미러 높이를 검출하기 위해 차량의 수평에지 중 가장 큰 값을 가지는 히스토그램 Bin을 추출한다. 카메라 렌즈의 굴곡 또는 진입차량의 촬영각도에 따라 일부의 차이는 있으나 실험에서 대부분의 경우 사이드미러의 하단부분에서 수평에지의 에너지가 높음을 확인할 수 있다. 물론 차량 상부의 구조 및 주변 시설물의 형태에 따라 오류에 해당하는 수평에지가 나타날 수 있지만 그 영역을 감지대상 차량의 크기에 해당하는 영역으로 한정하는 경우 사이드미러 높이의 감지율은 더욱 높아지게 된다.

표 1. 사이드미러 높이 검출률
Table 1. Detection Rate of Side Mirror Height

구분	히스토그램 검출(%)	차량영역 내 히스토그램 검출(%)
승용차	89.2(33/37)	97.3(36/37)
SUV	94.6(35/37)	100(37/37)
트럭	100(22/22)	100(22/22)

검출된 높이 값은 미리 측정된 승용차, SUV, 트럭의 사이드미러 높이 기준과 비교하여 High, Medium, Low 판단되어 높이감지를 마치고 UART, 통신을 이용해 DriveThru 외부 메뉴판(Signage)으로 전송하여 메뉴판의 디스플레이 높이를 정하게 된다.

차량의 높이에 따른 터치패널 메뉴판의 게시를 위해 시리얼 통신을 통해 패널에게 차량의 높이 값을 전달한다.



그림 8. 기준선을 이용한 사이드미러 높이의 인식 비교

Fig. 8. Comparison of Side Mirror Height using PilotLine

본 연구에서 차량 종류는 Drive-Thru이용자를 고려해 승용, SUV, 승합 및 소형트럭 3종류로 지정하였다. 개발도구는 Python을 사용하였으며 카메라는 일반용 웹캠을 사용하여 일반적인 매장에서 사용 편의성을 고려하였다.



그림 9. 3종의 차량의 높이 추정용 히스토그램
Fig. 9. Histogram for Car Height Estimation for 3 Types of Test Car

위의 그림은 높이 추출 알고리즘의 수행결과로 각 진입차량에 대해 사이드미러의 높이로 추정되는 위치에서 대상으로 하는 히스토그램을 그려주고 있다.

3. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 기존의 드라이브 쓰루 매장의

주문 시스템에 대한 개선을 시도하였다. 기존 오디오 시스템을 이용한 운전자와 매장직원의 주문 체계를 키오스크를 이용한 주문 체계로 변경하기 위해 다음의 3가지 기술목표를 제시하였다.

1. 차량의 진입 감지
2. 차량의 차종 분석을 통한 운전석의 높이 설정
3. 운전석 높이에 따른 키오스크 메뉴 출력 위치 설정

특히, 차량의 차량의 진입감지를 위한 초음파 센서등의 사용이 고려될 수 있으나 최소한의 센서사용을 위한 카메라(영상센서)만을 이용하여 제시한 목표를 달성하는 기술을 개발하였다.

운전자 높이 인지 시스템의 개발을 통해 별도의 거리측정 및 높이측정 장비의 사용을 배제한 채 카메라만을 이용하여 차량의 진입과 운전석 높이를 추정하는 결과를 도출하였다. 하지만 영상인식에서 주로 일어나는 날씨(태양빛의 밝기)와 취득영상의 복잡도에 따른 일부의 오류는 여전히 존재하고 있음을 확인하였다. 특히, 승용차의 경우 카메라 높이에 따른 취득영상의 왜곡 및 차체에 비치는 배경영상의 영향으로 차량영역 내 히스토그램 검출에서도 일부 오류를 포함하고 있음을 볼 수 있다. 향후 취득영상에서 주변영상의 밝기변화와 차량의 검출부위만을 정밀하게 필터링 해내는 기술의 개발로 운전석 높이 인지 시스템의 전체적 안정성과 운전석 검출의 강인성을 높일 필요가 있다.

“본 논문은 2021년도 신한대학교 학술연구비 지원으로 연구되었음.”

참 고 문 헌

- [1] http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2018/01/22/2018012201782.html
- [2] <http://www.mconomynews.com/news/articleView.html?idxno=10882>
- [3] T.K. Seo, J.H. Ahn, H.B. Kim, J.H. Cho, "Single Vision Images Processing for Object Distance and Size Measurements", 대한전자공학회 학술대회, 1605-1607, 2014
URL: <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE02438935>
- [4] J.E. Jeong, H.K. Kim, J.H. Park, H.Y. Jung, "Night Time Leading Vehicle Detection Using Statistical Feature Based SVM", 대한임베디드공학회논문지, Vol.7, No.4, 2012. ISSN : 1975-5066
- [5] J.H. Jeong, J.B. Kim, D.M. Shin, "Vehicle Height Detection System using Deep Learning-based Image Processing", 한국산학기술학회논문지, 2021, vol.22, no.7, pp. 621-626, DOI: 10.5762/KAIS.2021.22.7.621
- [6] K.S. Kim, J.S. Cho, "Vision-based Vehicle Detection and Inter-Vehicle Distance Estimation", 전자공학회 논문지, SP, Vol. 49, No.3, 2012. URL: <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201219565292528.pdf>
- [7] K.K. Kwon, M.S. Yang, J.S. Ma, S.H. Im, D.S. Im, "Quantization Noise Reduction in Block-Coded Video using the Characteristics of Block Boundary Area", 정보처리학회 논문지, Vol.12, No.3, 2005
UCI : G704-B00564.2005.12.3.003
- [8] S.J. Jung, Deepak Ghimire, C.J. Park, S.H. Park, "Adaptive ROI technique for lane detection and vehicle detection", 한국자동차공학회 춘계학술대회, 842 - 842, 2018
URL: www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07546697
- [9] Nguyen Manh Cuong, Jaesung Lee, "Automatic Detection of ROI for Vehicle Positioning", 한국통신학회 학술대회논문집, 164 - 165, 2016. URL: www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06740054
- [10] J.H. Cho, Y.M. Jang, S.B. Cho, "A High-performance Lane Recognition Algorithm Using Word Descriptors and A Selective Hough Transform Algorithm with Four-channel ROI", 대한전자공학회논문지 No. 52, Vol. 2, 148 - 161, 2015.
URL: www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06269900

저 자 소 개



최용수(Yong-Soo Choi)

1998년 강원대학교 제어계측공학과 공학사
 2000년 강원대학교 제어계측공학과 공학석사
 2006년 강원대학교 제어계측공학과 공학박사
 2006년~2007년 연세대학교 첨단융합건설
 연구단 연구교수
 2007년~2013년 고려대학교 정보보호대학원
 연구교수
 2013년~2020년 성결대학교 파이데이터대학
 (멀티미디어)
 2020년~현재 신한대학교 기계자동차융합공학과
 <주관심분야> Digital Forensics, Information
 Hiding, Multimedia Watermarking,
 Steganography, Autonomous Driving