

옵티컬 라이브러리 시스템에서의 어드레싱을 위한 광학 문자 인식 알고리즘 제안

Optical Character Recognition for Addressing in Optical Library System

정우영*, 양현석[†], 유승헌**

Wooyoung Jeong, Hyunseok Yang and SeungHon Yoo

Abstract

Optical library system consists of disc magazines, cabinets, transfer robot and drive. Transfer robot delivers desired disc or magazine in cabinet to drive which reads data of disc. Conventional archive system stores discs in a line and transfer robot moves in one dimension. However, to store more discs, new optical archive system, optical library system, is developed which stores discs in two dimension like bookcase. Transfer robot should know the position and stored data of desired magazine to get correct data. In this paper, addressing algorithm using optical character recognition is proposed. Proposed algorithm is evaluated by experiments with implemented system.

Key Words : Optical Library System, Optical Character Recognition, Addressing Method

1. 서 론

1.1 아카이브 정보저장기기

아카이브 정보저장기기는 여러 장의 광디스크를 보관하며 데이터를 재생하는 시스템이다. 수많은 광디스크를 저장 및 재생하기 때문에 대용량의 데이터를 관리하는 산업에서의 수요가 늘어나고 있다. 또한, 아카이브 정보저장기기에 사용되는 광디스크는 오염에 대한 저항력이 강하기 때문에 홍수 및 태풍과 같은 자연 재해의 발생시 데이터의 손실이 타 정보저장기기보다 적어 데이터 보존에 탁월한 성능을 보이고 있다. 따라서 대용량 데이터 보존용 정보저장기기로 각광받고 있으며, 이에 대한 수많은 연구가 활발히 진행 중이다.[1~2]

1.2 연구배경

기존의 개발된 아카이브 정보저장기기는 디스크를 보관하는 카트리지, 디스크의 정보를 재생하는 드라이브 및 카트리지의 디스크를 드라이브로 이송하는 이송용 로봇으로 구성되어 있다.[3] 이 시스템에서 디스크는 카트리지에 일렬로 보관되며, 이를 옮기는 이송용 로봇은 1 차원적으로 이동한다. 하지만 일렬로 보관하는 아카이브 정보저장기기는 보관 가능한 디스크의 양이 한정적이다. 이를 보완하기 위하여 2 차원적인 형태를 가지는 옵티컬 라이브러리 시스템에 대한 연구가 진행되고 있다. 옵티컬 라이브러리 시스템은 디스크로 이루어진 매거진과 매거진을 보관하는 캐비닛, 캐비닛의 매거진을 드라이브로 옮기는 이송용 로봇과 드라이브로 구성되어 있다. 이송용 로봇은 데이터를 재생하고자 하는 디스크가 보관되어 있는 매거진의 위치를 정확히 알아야 하며 그 매거진에 어떠한 데이터가 보관되어 있는지 파악 가능하여야 한다. 파악한 매거진의 위치에 오류가 존재할 시 원하는 데이터를 취득하지 못하는 결과를 초래한다. 따라서 매거진의 위치를 파악하고 매거진에 보관된 디스크의 정보를 미리 파악 가능한 어드레싱 패턴이 필요하다.

[†] Department of Mechanical Engineering, Yonsei Univ.
E-mail : hsyang@yonsei.ac.kr
TEL : (02)2123-2824

* Department of Mechanical Engineering, Yonsei Univ.

** Hitachi-LG Data Storage Inc.

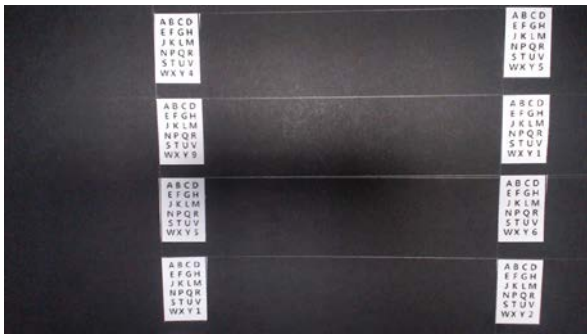


Fig. 1 Camera image of patterns

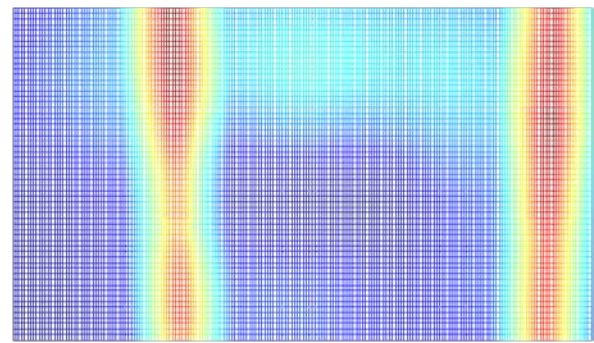


Fig. 2 Average value image of scanning window

1.3 연구목표

본 논문에서는 옵티컬 라이브러리 시스템에서 디스크 매거진의 위치를 파악하기 위한 광학 문자 인식 방법을 제안하였으며 실험을 통해 제안된 알고리즘의 성능을 평가한다.

2. 광학 문자 인식 기반 어드레싱 기술

2.1 어드레싱 기술 제안

옵티컬 라이브러리 시스템의 매거진의 위치를 파악하기 위해서는 카메라를 통한 패턴인식이 요구된다. 기존의 제안된 패턴으로는 1 차원 바코드와 2 차원 바코드인 QR 코드가 있다. 하지만 개발된 바코드는 패턴 인식에 문제가 발생하였을 시 사람이 직관적으로 인식이 힘들다는 단점이 있다. 이를 보완하기 위하여 통상적으로 바코드의 주변에 문자를 삽입한다. 하지만 글자가 포함된 패턴은 동일한 공간에 많은 디스크를 보관하여야 하는 옵티컬 라이브러리 시스템의 매거진의 크기를 증가시켜 디스크 보관량의 감소를 야기한다. 이를 보완하기 위하여 바코드 등의 패턴 인식이 아닌 문자 인식을 통한 어드레싱 기술을 제안한다.

2.2 문자 패턴 위치 파악 알고리즘

매거진에 부착된 문자 패턴을 인식하기 위하여 문자 패턴의 위치를 파악하는 것이 중요하다. 앞으로 제작될 옵티컬 라이브러리 시스템에서 매거진과 문자 패턴의 색이 다르다고 가정한다. 이를 기반으로 한 카메라의 영상은 fig. 1 과 같다. 영상의 패턴과 배경의 이미지 값 차이가 크기 때문에 이를 활용하여 패턴의 크기만한 윈도우를 설정하여 영상에서 스캔을 진행한다. 스캔을 진행할 시

윈도우의 이미지 값의 평균값을 획득하여 이를 표현하면 fig. 2 와 같이 표현 가능하다. 이때 가장 높은 값이 패턴을 가지고 있는 위치를 나타내기 때문에 미분값을 이용하여 최고점을 찾아 문자 패턴의 위치를 파악 가능하다. 제안한 알고리즘을 통하여 문자 패턴의 위치를 파악하여 광학 문자 인식 알고리즘을 통하여 매거진에 보관된 disc 의 정보를 확인 가능하다.

2.3 광학 문자 인식 알고리즘

광학 문자 인식 알고리즘(OCR, Optical Character Recognition)은 fig. 3 과 같은 방법으로 진행이 된다. 카메라로 인식한 문자를 줄 단위로 나눈 후 이를 각각의 문자로 얻는다. 여기서 얻어진 문자는 기존에 저장되어있는 문자들과 cross-correlation 을 통하여 유사 정도를 파악한다. 저장되어있는 문자들 중 cross-correlation 값이 제일 높은 문자가 카메라로 인식한 문자와 같다고 판단하여 문자를 인식한다.[4] 인식된 문자를 통하여 매거진의 위치와 매거진에 담겨있는 디스크의 정보를 획득 가능하다.

3. 실험시스템

옵티컬 라이브러리 시스템에서의 어드레싱 알고리즘을 제안하기 위하여 간단한 시스템을 구축하여 알고리즘을 검증하였다. 광학 문자 인식을 위하여 Table 1 과 같은 성능의 카메라를 사용하였으며 Table 2 의 LED 조명으로 광량을 조절하였다. Figure 4 (a)와 (b)는 각각 사용된 카메라와 LED 조명이며, 이를 fig. 4 (c)와 같이 설치하였다. 디스크 매거진에 적용된 문자는 Arial 과 고딕체 두 가지 글자체에 대하여 실험을 진행하였다.

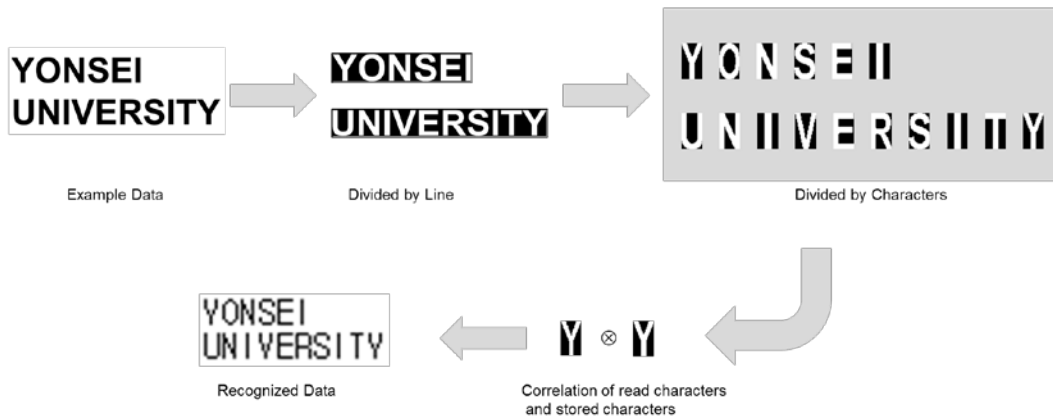


Fig. 3 Block diagram of optical character recognition algorithm

Table 1 Specification of Camera

Pixel	1500M (2907×5168)
Field of View	83°
Focus	Auto, Manual

Table 2 Specification of LED light

Color	White
Voltage	24 V
Watt	11.2 W

4. 실험 및 결과

4.1 Arial 글꼴

광학 문자 인식을 통한 어드레싱 알고리즘을 검증하기 위하여 fig. 5 (a)와 같은 형태의 문자 패턴을 사용하였다. 카메라와 패턴까지의 거리가 각각 15, 20, 25, 30, 35 cm의 경우에 대하여 실험을 진행하였다. 거리가 증가할수록 fig. 6의 그래프와 같이 한번의 스캔으로 인식 가능한 문자 패턴의 수가 증가하기 때문에 적은 스캔으로 전체 카트리지에 있는 문자 패턴을 인식 가능하다. 하지만, 거리가 증가할수록 문자의 인식률이 감소하기 때문에 적당한 거리에서의 문자 인식을 필요로 한다.

Figure 7 (a)는 30cm에서의 카메라 영상이며, (b)는 이를 기반으로 문자 패턴 위치 알고리즘을 적용한 결과이다. 문자 패턴의 위치를 정확히 파악하였음을 확인 가능하며, 이를 통하여 취득한 문자패턴은 fig. 7 (c)와 같다. 이를 광학 문자 인식 알고리즘을 통하여 인식한 결과 table 3과 같이 인식률이 91.90%와 같다는 것을 확인하였다. Table 3은 각각의 경우에 따른 인식률을 나타낸다. 인식률 결과에 따라 30cm의 거리에서 최상의 결과를 얻을 수 있을 것이라 예상된다.

4.2 고딕 글꼴

고딕 글꼴을 이용한 광학 문자 인식 알고리즘의 경우도 Arial 글꼴과 같이 카메라와 패턴 사이의 거리가 15, 20, 25, 30, 35cm의 경우에 대하여 실험을 진행을 하였다. Figure 5 (b)는 실험에 사용된 고딕 글꼴의 문자 패턴이며, fig. 8은 25cm에서의 실험 결과이다. 그 외 거리에 대한 인식률

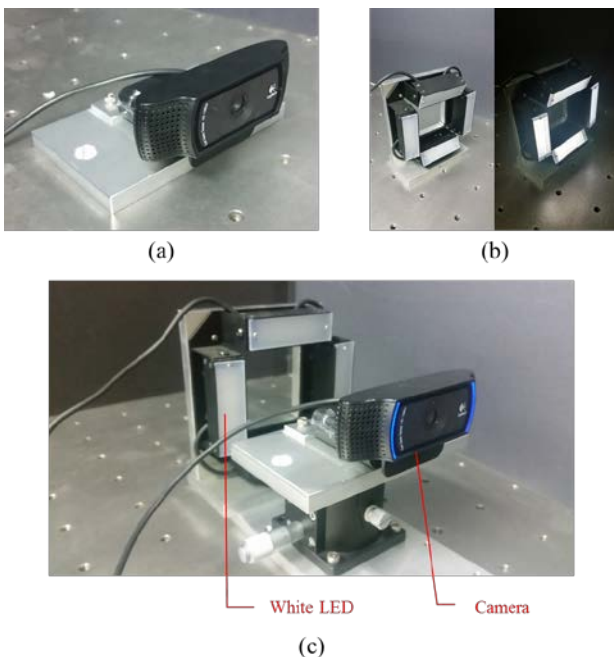


Fig. 4 Experimental System: (a) Camera, (b) LED light, (c) Experimental set-up

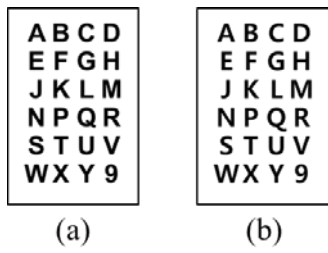


Fig. 5 Character pattern for OCR: (a) Arial (b) Gothic

Table 3 Recognition rate of Arial font

Distance	Number of Characters	Number of Recognized Characters	Recognition Rate
15 cm	144	141	97.92%
20 cm	192	186	96.88%
25 cm	360	341	94.72%
30 cm	432	397	91.90%
35 cm	672	451	67.11%

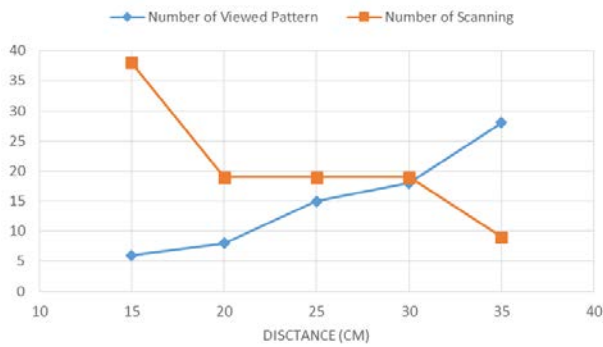
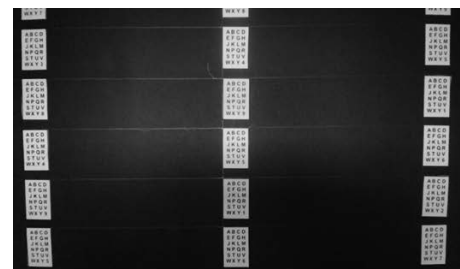
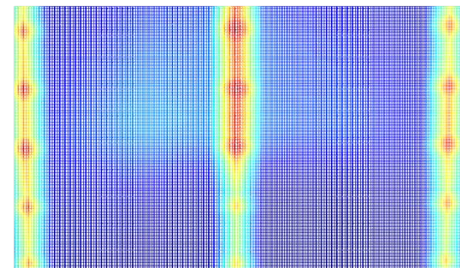


Fig. 6 Number of viewed pattern and scanning



(a)

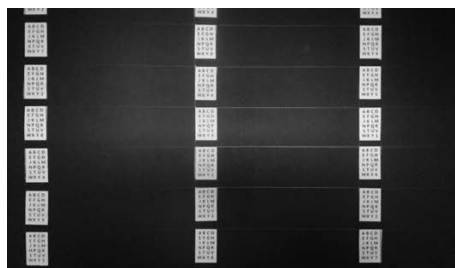


(b)

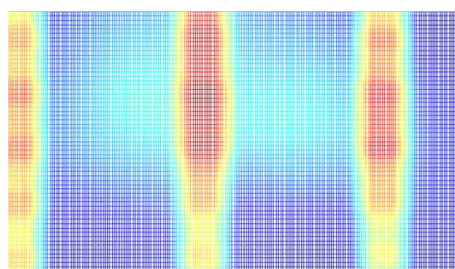


(c)

Fig. 8 Experimental results of Gothic font for 25 cm distance condition



(a)



(b)



(c)

Fig. 7 Experimental results of Arial font for 30 cm distance condition

Table 4 Recognition rate of Gothic font

Distance	Number of Characters	Number of Recognized Characters	Recognition Rate
15 cm	144	143	99.31%
20 cm	192	189	98.44%
25 cm	360	347	96.39%
30 cm	432	380	87.96%
35 cm	672	518	77.08%

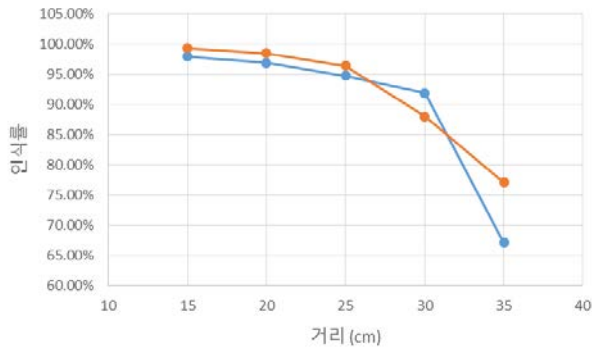


Fig. 9 Number of viewed pattern and scanning

Table 5 Recognition rate of character of Arial font

Character	Recognition Rate	Character	Recognition Rate
A	96.00%	S	96.00%
B	24.00%	T	93.33%
C	94.67%	U	96.00%
D	48.00%	V	100.00%
E	73.33%	W	100.00%
F	92.00%	X	90.67%
G	81.33%	Y	57.33%
H	90.67%	1	13.33%
J	77.33%	2	100.00%
K	85.33%	3	100.00%
L	97.33%	4	100.00%
M	89.33%	5	11.76%
N	100.00%	6	100.00%
P	100.00%	7	100.00%
Q	100.00%	8	100.00%
R	76.00%	9	100.00%

결과는 table 4 에 나타내었다. 고딕 글꼴의 경우도 높은 인식률을 보이지만 Arial 글꼴에 비하여 짧은 거리인 25cm 의 거리에서 최적의 결과를 획득 가능할 것이라 예상된다.

4.3 문자 패턴에 적용 가능한 글자

Figure 9 와 같이 Arial 글꼴을 이용한 결과가

고딕 글꼴을 이용한 결과보다 최적의 결과를 획득 가능함을 확인할 수 있었다. 하지만, Arial 글꼴 중에서도 인식률이 높은 글자와 낮은 글자가 있음을 table 5 를 통하여 확인 가능하다. 결과와 같이 문자 패턴을 제작할 시 인식률이 높은 특정 글자를 적용하면 높은 인식률을 획득할 수 있을 것이라 예상된다.

5. 결론

본 논문에서는 옵티컬 라이브러리 시스템에서 매거진의 정확한 위치를 파악하고 보관된 디스크의 정보를 파악하기 위한 광학 문자 인식 알고리즘을 제안하였다. 실험을 통하여 매거진의 위치 파악과 디스크 정보를 얻음으로써 카메라를 통한 문자 인식 알고리즘의 성능을 평가하였으며 이에 적용 가능한 문자를 확인하였다. 제안한 알고리즘을 통하여 옵티컬 라이브러리 시스템의 성능 향상에 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

We would like to gratefully acknowledge the support of Hitachi-LG Data Storage Inc. and the Center for Information Storage Devices, which have designated this research as a specialization project by Yonsei University.

REFERENCES

- [1] Sung-Yong Lim, Hyunseok Yang, SeungHon Yoo, Han Baek Lee and Young Do Choi, 2013, "SLOT MISALIGNMENT MEASUREMENT FOR ARCHIVE DATA STORAGE USING DUAL SENSING METHOD", Proceedings of the ASME 2013 Conference on Information Storage and Processing Systems, ISPS2013-2833, pp.1-3.
- [2] Irie, M., and Okino, Y., 2007, "Standardized life expectancy of high-speed recordable optical disks", Magnetics, IEEE Transactions on, Vol.43, No.2, pp. 864-866.
- [3] Akinobu Watanabe, 2013, "Optical library system for Long-term preservation with extended error correction coding" IEEE Conference on Massive Data Storage.
- [4] Toru Wakahara, Yoshimasa Kimura and Akira Tomono, 2001, "Affine-invariant recognition of gray-scale characters using global affine transformation correlation", Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, Vol.23, No.4, pp.384-395.