

비접촉 스마트카드 ID 전송을 위한 인코딩 기법

조일억^o 박종현

고려대학교 컴퓨터정보통신대학원
{iluks^o, nashira7}@korea.ac.kr

Encoding Method for Transfer ID of Contactless Smart Card

Iluk Joh^o, Jonghyun Park

Graduate School of Computer and Information Technology, Korea University

요 약

최근 지하철이나 버스 등의 교통수단을 이용하기 위해 지불방식의 편리, 지연시간의 단축 등 효율성이 높은 비접촉식 카드를 많이 사용하고 있다. 이러한 비접촉식 스마트 카드를 인증하기 위해서는 스마트카드ID가 스마트카드 단말기 내부에 저장하고 있어야 하며, 스마트카드ID가 변경될 때마다 서버로부터 전송받아 최신의 정보로 갱신되어야 한다. 교통시스템에서 사용되는 통신매체는 RS-485를 사용하여 38.5Kbps로 통신하고 있고, 그로인해 스마트카드ID를 전송할 때 시간이 많이 소모되고, 스마트카드ID를 전송하는 동안에는 스마트카드 단말기의 사용이 제한되고 있어 단말기가 사용되지 않는 시간에 전송하고 있다. 이러한 교통시스템의 환경에서 점점 더 많아지고 있는 대량의 데이터를 스마트카드 단말기에 빠르게 전송하기 위해 스마트카드ID의 특성을 이용한 인코딩 기법을 적용하여 스마트카드ID의 크기를 줄여 전송함으로써 전송시간을 줄이는 방법을 제안하였다.

1. 서 론

최근 비접촉식 스마트카드를 사용하고 있는 교통카드 시스템은 사용의 편의성, 데이터관리의 정확성, 업무의 효율성 및 서비스 향상 등의 장점이 있어 널리 사용되고 있다.[1] 이러한 시스템에서 인증에 사용되는 ID는 신용 카드 번호로 상위 시스템으로부터 RS-485를 사용하여 38.5Kbps로 전송받아 스마트카드 단말기 내부의 메모리에 저장하게 되며, 스마트카드ID는 100~200만개로 12~16Mbyte의 저장 공간을 필요로 한다.[2][3]

교통카드 시스템에서 사용하는 스마트카드ID는 사용자의 카드 분실, 카드의 갱신 등의 이유로 자주 변경된다. 변경된 스마트카드ID는 스마트카드 단말기에 실시간으로 전송되어야 하나 낮은 전송속도로 인해 전송에 걸리는 시간이 길고, 전송 시 단말기의 사용이 제한되기 때문에 단말기가 사용되지 않는 시간에 전송하고 있다.[4]

스마트카드 단말기는 인증 시 빠른 검색을 위해 이진 검색 알고리즘을 사용하며, 이를 위해 서버에서는 오름차순으로 정렬된 스마트카드ID를 단말기로 전송한다.

이러한 환경의 특수성으로 인해 스마트카드ID의 전송 시간을 줄이기 위해서는 고속의 통신을 이용하거나 전송 데이터의 크기를 줄여야 한다. 고속의 통신을 이용하기 위해서는 통신선비 교체에 많은 비용이 소모 되어야 하지만, 전송 시 데이터를 인코딩 하여 크기를 작게 만들어 전송하게 되면 통신선비 교체 등의 큰 비용의 소모 없이 전송시간을 줄일 수 있다.

본 논문에서는 오름차순으로 정렬된 스마트카드ID를 비접촉 스마트카드 단말기로 빠르게 전송하기 위하여 전송파일의 크기를 줄일 수 있고, 전송 시 발생할 수 있는 여러발생을 최소화 할 수 있는 인코딩 방법을 제안한다.

2장에서는 기존 인코딩 방법에 대하여 기술하고, 3장에서는 스마트카드ID의 특성을 이용한 인코딩 기법을 제안하고, 실험조건을 설정하였다. 4장은 기존 방법들과 비교한 결과를 나타내며 5장에서는 결론을 기술한다.

2. 기존 인코딩 기법

허프만 부호기(Huffman coding)[5]는 데이터 내의 각 문자에 대한 발생빈도를 조사하여 자주 나타나는 문자에는 보다 짧은 부호를, 잘 나타나지 않는 문자에는 긴 부호를 할당함으로써 압축 후의 길이를 원래 길이보다 축소시킬 수 있는 통계적 특성을 이용한 방법이다.

런LENGTH 부호기(Run-Length coding)[6]는 연속하는 "0" 또는 "1"의 개수를 하나의 부호로서 나타내는 방법이다. 연속하여 같은 값을 가지는 데이터가 있다면, 그 길이를 이용하여 부호화하는 방법이다.

LZW 부호기(Lempel-Ziv-Welch coding)[7]는 Welch가 Lempel-Ziv에 의해 개발된 LZ78 사전 부호화 기법을 향상시킨 알고리즘이며, 가장 많이 사용되는 압축 기술 중의 하나로 사전에 모든 문자와 기호들을 미리 저장해 놓고 압축을 시작함으로써 인코딩 되는 데이터의 요소를 하나로 줄이는 효과를 보여주는 부호화 방법이다.

스마트카드ID 차감 인코딩 기법은 교통카드 시스템에서 사용되는 스마트카드ID의 특성을 이용한 차감 인코딩 기법으로 오름차순으로 정렬된 스마트카드ID를 스마트카드ID 간의 크기차로 표현하여 크기를 줄이는 방법이다. 두 스마트카드ID의 차이는 1~5byte로 표현이 가능하다. 스마트카드ID의 특성을 이용하여 압축효율이 좋으나, 스마트카드ID의 차이가 클 경우, 원래보다 1byte 커지게 되는 단점이 있고, 차감 인코딩 특성상 에러가 발생하면

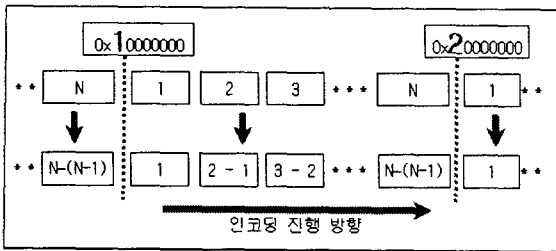
이후의 데이터는 전부 잘못된 데이터가 되는 문제가 발생할 수 있다.[4]

3. 스마트카드 ID 특성에 따른 인코딩 기법

본 논문에서는 구간별 스마트카드ID 차감 인코딩 기법과 허프만 인코딩 기법을 적용하여 작은 byte의 전송 데이터로 인코딩 하여 전송하는 방법을 제안한다. 첫 번째로 구간별 차감 인코딩 기법에 대해 설명하고, 두 번째로 스마트카드ID의 전체적인 인코딩 과정에 대해 설명하고, 마지막으로 실험조건을 설정한다.

3.1. 구간별 차감 인코딩 기법

단순 차감식 인코딩 방법에서 두 스마트카드ID의 크기 차이가 클 경우 원래 크기보다 1byte 늘어날 수 있는 경우의 수를 없애고, 전송 시 에러가 발생할 경우 이후 모든 데이터가 잘못된 경우를 방지하기 위해 [그림1]에서와 같이 스마트카드ID의 첫 번째 1byte의 크기에 따라 구간별로 나누어 스마트카드ID를 차감 인코딩 한다.



[그림1] 스마트카드ID 특성에 따른 구간별 차감 인코딩

첫 번째 byte의 상위 3bit는 [표1]에서와 같이 구간별로 나누어진 구간의 마지막 스마트카드ID인지를 구별하기 위한 1bit와 [표2]에서와 같이 크기 차에 따른 byte 크기를 나타내기 위한 2bit로 사용된다. 구간별로 나누어 인코딩 되므로 원래 byte보다 큰 경우는 나타나지 않게 되므로 두 ID의 크기 차의 표현이 최소일 경우는 1byte이고, 최대일 경우는 4byte로 표현이 가능하다.

[표1] 구간별 마지막 체크 Bit

상위 1bit	내용
0	구간 일반 데이터
1	구간 마지막 데이터

[표2] 크기 차에 따른 Byte 변화

bit	Byte수	크기 차	경우의 수
00	1	0x00000001-0x0000001F	4,294,967,295
01	2	0x00000020-0x00001FFF	134,217,727
10	3	0x00002000-0x001FFFFF	524,287
11	4	0x00200000-0x0FFFFFFF	2,047

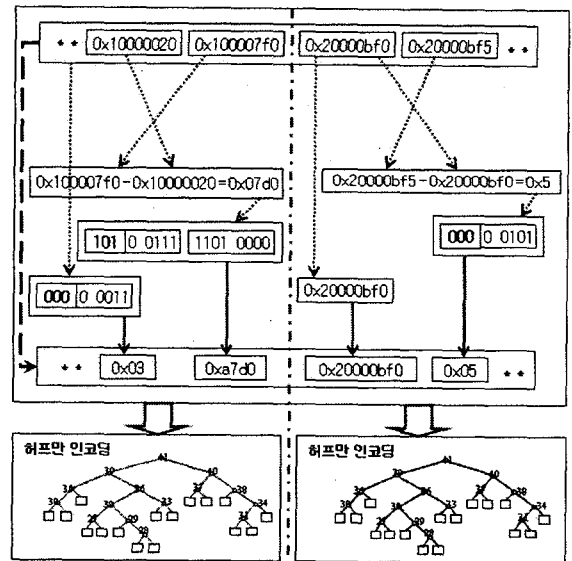
만일 1byte로 표현될 경우, 상위 3bit는 byte를 표현하기 위한 bit이므로 나머지 5bit의 범위의 크기 차 표현이 가능하다. 5bit 범위를 벗어나게 되면 1byte를 추가하여

13bit의 크기 차 표현이 가능하다. 최대 28bit이상의 크기 차는 발생하지 않으므로 상위 3bit를 포함하여 최대 4byte로 표현이 가능하다.

3.2. UserID의 인코딩

기본개념은 [그림1]과 같이 구간별로 스마트카드ID가 차감 인코딩 된 데이터를 다시 허프만 인코딩 함으로 전송데이터의 크기를 줄이는 방법이다.

[그림2]와 같이 인코딩 중의 네 개의 스마트카드ID를 예를 들어 표현하면, 0x10000020은 이전에 인코딩 되어진 0x03으로 표현되고, 0x100007f0는 0x10000020과의 차이 0x07d0와 '0x1'구간의 마지막 데이터이고, 그 크기의 차이가 2byte이기 때문에 상위 3bit는 '101'로 표현되어 0xa7d0로 인코딩 된다. '0x1'구간의 UserID 차감 인코딩이 끝나게 되면 '0x1'구간의 차감 인코딩 되어 생성된 파일을 허프만 인코딩 하여 '0x1'구간의 최종 전송파일을 생성한다. 0x20000bf0는 '0x2'구간의 첫 번째 ID이므로 그대로 4byte로 표현되고, 0x20000bf5 등 이후 '0x2'구간의 UserID 차감 인코딩을 진행하게 된다. 이와 같은 방법이 구간별로 반복된다.



[그림2] 스마트카드ID의 인코딩 과정

3.3. 실험조건

본 논문에서는 통신 매체를 통한 물리적 전송 시간만을 기준으로 실험하였으며 이를 위해 인코딩 전의 파일 크기와 인코딩 후의 파일 크기를 비교함으로써 전송시간 단축을 보이는 것으로 하였다.

오름차순으로 정렬된 4byte의 스마트카드ID 100만개의 파일을 사용하였으며, 공정성을 위하여 각 구간별로 균일하게 분포함을 가정하여 제안된 인코딩 기법에 있어서의 압축률 변화에 따른 다양한 데이터를 적용하였다.

4. 성능 평가

실험에 사용된 데이터는 스마트카드ID 차감 인코딩 후 스마트카드ID의 크기 변화의 종류에 따라 이루어 졌으며, 그에 따른 구분은 [표3]과 같다. [표4]에서는 100만 개의 스마트카드ID를 인코딩 후 전송데이터의 Byte 수를 나타낸 것으로 스마트카드ID의 압축률을 나타낸 것이다.

[표3] 차감 인코딩 후 데이터 종류에 따른 파일구분

파일구분	데이터 종류	데이터 개수
1	차감 후 1byte 변환	500,000개
	차감 후 2byte 변환	500,000개
2	차감 후 3byte 변환	524,229개
	차감 후 1byte 변환	475,771개
3	차감 후 3byte 변환	524,229개
	차감 후 2byte 변환	237,885개
	차감 후 1byte 변환	237,886개
4	차감 후 3byte 변환	524,229개
	차감 후 2byte 변환	475,771개
5	차감 후 4byte 변환	2,047개
	차감 후 3byte 변환	524,229개
	차감 후 1byte 변환	473,724개
6	차감 후 4byte 변환	2,047개
	차감 후 3byte 변환	524,229개
	차감 후 2byte 변환	236,862개
	차감 후 1byte 변환	236,862개
7	차감 후 4byte 변환	2,047개
	차감 후 3byte 변환	524,229개
	차감 후 2byte 변환	473,724개

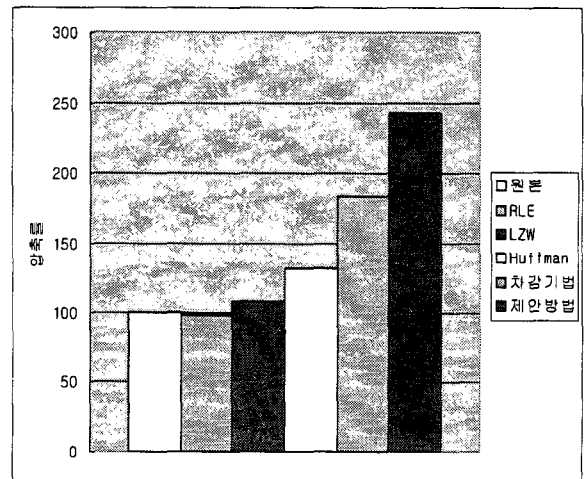
[표4] 인코딩 후의 파일 크기 및 평균 압축률

파일	RLE	LZW	허프만	차감기법	제안방법
1	4,080,772	3,376,830	3,022,955	1,500,003	1,103,105
2	4,077,982	4,003,476	3,020,988	2,048,461	1,543,672
3	4,083,571	3,708,522	3,055,018	2,286,343	1,739,249
4	4,085,806	3,686,713	3,062,238	2,524,229	1,933,512
5	4,079,833	3,712,153	3,057,827	2,054,599	1,553,654
6	4,077,765	3,376,470	3,029,583	2,291,461	1,749,270
7	4,064,319	4,064,319	3,024,181	2,528,323	1,928,238
평균	4,078,578	3,704,069	3,038,970	2,176,202	1,650,100
	98.07%	107.98%	131.62%	183.80%	242.41%

기는 원본을 그대로 전송할 때보다 평균 242.41% 압축되었으며, 기존에 많이 쓰이는 인코딩 기법들과 기 제안되었던 단순 스마트카드ID 차감 인코딩 기법보다 높은 성능을 나타내었다.

또한 제안한 인코딩 기법은 스마트카드ID의 크기 차로 표현된 차감식 인코딩 방식의 특성상 전송 또는 인코딩 시 에러가 발생하면 이후의 데이터는 전부 잘못된 데이터가 되는 취약점을 구간별로 인코딩 하는 방법을 제안하여 해당 구간의 데이터만 재전송 받아 처리할 수 있도록 보완하여 에러를 최소화 할 수 있도록 하였다.

본 논문에서 제안한 스마트카드ID 특성을 이용한 인코딩 기법은 다른 인코딩 방식에 비해 실행 시간이 더 걸리는 단점이 있어 보완되어야 하며, 차후 좀더 나은 성능의 인코딩 방법을 찾아보아야 할 것이다.



[그림3] 인코딩 후의 파일의 평균 압축률 비교

6. 참고자료

[1]윤영수, "서울시 RF교통카드시스템에 관한 연구", 송실대 석사논문, pp.41-42, 2000.
 [2]황인성, "비접촉 스마트카드 단말기의 신용불량자 검출에관한 연구", 서울시립대 석사논문, pp.2-41, 2002.
 [3]황준홍, "RF-IC카드를 이용한 전철자동응임징수 시스템 분석", 영남대 석사논문, pp.16-22, 2002.
 [4]조도연, "비접촉 IC카드 리더로의 UserID 전송을 위한 엔코딩 기법", 고려대 석사논문, pp.16-25, 2004.
 [5]D. A. Huffman. "A method for the construction of minimum-redundancy codes" Proc. IRE. vol. 40 pp.1098-1101. 1952.
 [6]S.Gallager, "Run-length encoding", IEEE Trans. Inform Theory, vol. IT-12, pp.399-401, 1966
 [7]Terry A Welch, "A Technique for High Performance Data Compression", IEEE Computer Vol.17. No.6, pp.8-19, 1984.

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 교통카드 시스템에서 사용되는 비접촉 스마트카드 단말기로 스마트카드ID를 전송할 때 스마트카드ID의 크기를 줄일 수 있고, 스마트카드ID 차감 인코딩 특성에 따른 오류를 줄일 수 있는 인코딩 기법에 대하여 제안하였다.

기존의 통신매체의 변경 없이 전송효율을 높이기 위해 전송되는 데이터의 특성을 이용한 구간별 스마트카드ID 차감 인코딩 기법과 허프만 인코딩 기법을 이용하는 인코딩 기법을 제안 하였고, 실험결과 스마트카드ID의 크