
교통카드 블랙리스트 체크를 위한 알고리즘에 관한 연구

정양권*, 김용식**, 김경희***

A research on the algorithm of traffic card for blacklist checking

Yang-Kwon Jeong*, Yong-Sik Kim**, Kyung-Hee Kim***

요약

본 연구는 선불 또는 후불 교통카드 사용에 있어서 사용불가 카드 또는 사용 가능 카드 정보만을 구성하여 시스템 운영의 응답 시간을 단축하여 선별하는 방법과 그 시스템에 관한 것으로 기존의 카드 방식에서 제안하고 있는 방법의 차이점을 개선하므로 정보를 구성하고 있는 용량을 개선하여 처리 용량 대비 업데이트 속도를 개선하여 시스템의 효율성을 향상 시키고자 하였다. 이에 본 연구에서는 각각의 파일은 다수개의 섹션으로 구성하고 또한 각 섹션은 다수개의 블록으로 구성하고 각 블록은 다수개의 셀 단위의 크기로 분할하여 구성된 인덱스 부와 사용 불가 또는 사용 가능 카드 정보 중에 더 낮은 비율을 차지하는 정보로 구성하는 데이터 부의 영역으로 구성하여 시스템의 성능을 개선하였다.

ABSTRACT

The research which sees is to paying in advance and or the after non traffic card use composes shortens about the method which sorts the difference of the method which with the thing is proposing from card system of existing and that system improves only the unable card or serviceable card information and the response time of the system operation and to improve the method which composes information, control method preparation improved a updating speed and effectiveness of system improvement at the time. The respectively file composed with the multiple mind section from the research which sees hereupon and also each section composed of the multiple mind block and each block multiple mind divided at size of the unit which will count and with the index father whom composes more kicked a low-end ratio use wrongly or in serviceable card information and the low to compose with the data bringing up for discussion territory which composes of information the efficiency of system, improved

키워드

교통카드, 선후지불카드, 전자화폐, 스마트카드, T-Money, e-Money

* 교신저자, 동신대학교(worldkey@paran.com)

** 동신대학교(chief76k@nate.com)

*** 충북대학교(lee.kyunghee@gmail.com)

접수일자 : 2009. 11. 24

심사완료일자 : 2010. 1. 28

I. 서론

본 연구에서는 온/오프라인 환경에서 소액 규모를 결제하는 수단인 전자화폐로 대응할 수 있는 선불 또는 후불용 카드의 거래를 승인하는 시스템을 구축하는데 있어서 신속 정확하고 용이하게 하기 위한 교통카드 사용 여부를 인증하는 시스템에 관한 것이다.

세계가 하나의 객체로 글로벌화 되어가고 전자 상거래가 활성화되고 CALS((COMMERCE AT LIGHTNING SPEED: 광속 상거래), e-비즈니스 환경이 구축되어감에 따라 상거래의 환경은 매우 복잡해져 가고 있다. 이러한 예로 전자상거래의 유형을 보더라도 기업간거래(EDI : 전자문서교환 ELECTRONIC DATA INTERCHANGE, SCM(SCM : Supply Chain Management : 공급사슬관리), B2G) 거래, 기업과 소비자간거래(B2C, C2B, C2C), 기업 내 거래(ERP, Groupware) 등의 신 개념의 시스템이 등장하며 국내 전자 상거래 역시 글로벌화 되어가고 있는 현실이다. 따라서 전자화폐의 유형도 다양해져 가치저장형(스마트 카드형), 지불지시형(신용카드, 사이버 캐쉬, First virtual), 네트워크형(전자화폐형, E cash), 전자수표형(Net Check, Net Bill) 등이 등장하고 있는 현실에 있어서 다양한 용도로 발행되고 있는 전자화폐의 사용 가능 여부 정보를 신속하게 갱신하여 제공하는 방법이 요구된다. 본 연구에서는 선·후불 교통카드를 이용하는 이용자에 최적의 서비스를 제공하기 위하여 가장 안정적인 시스템을 구축하는데 그 기준은 사용자의 정보를 신속하게 사용가불에 대한 블랙리스트 정보를 제공하여 카드를 이용하는 이용자에게는 편리성과 안정성을 제공하는 것과 카드시스템을 구축하는 입장에서는 신속한 정보 제공을 위한 최신의 정보를 빠른 시간 안에 제공하는데 있다. 본 연구에서는 시스템을 구축하는데 파일 구성 요소인 파일 구조의 확장성과 응답에 따른 효율성을 가장 중요한 기준점으로 설정을 하여 실험하였다. 만약 처리 데이터의 양을 예측하지 못하고 편리성에만 염두에 두고 설계할 경우 비경제적인 요인이 발생할 수 있는 문제점을 도출하였다. 또한, 파일을 구성하고 있는 정보의 갱신(추가, 삭제)에 있어서 파일의 크기, 데이터 이용방법, 데이터 생성과 처리시점 등을 고려해야한다. 그 근거는 카드를 승인하는 과정에서 데이터 이용방식에서도 파일

전체 중에서 가장 필수적인 정보만을 구성하고 상기 구성한 파일에서 데이터 액세스 타입의 구성 요소인 탐색시간, 판독/기록시간, 데이터 전송시간 등의 요소가 가장 효율적으로 구성되는데 있어서도 문제점을 도출하였다[1-3].

따라서 본 연구에서는 예측 가능한 블랙리스트의 대상 정보를 제공하는 최적의 알고리즘을 제안하고자 하며 2장에서 관련연구를 3장에서 제안시스템 자료 구조, 4장에서 제안 알고리즘의 시뮬레이션 분석, 5장에서 결론 순으로 기술하였다.

II. 관련연구

이 장에서는 카드거래 시스템(이하 EB시스템 또는 EB라 칭함)으로 널리 이용하고 있는 시스템을 대상으로 사전 연구를 수행하였다. EB시스템은 다음과 같은 구조체계를 구성하고 있다. 시스템으로 거래 승인 사용 여부를 인증하기 위하여 메모리 영역을 블록 단위로 분할한 다음 카드 전체에 해당하는 카드 번호에 대응하는 플래그정보를 저장하는 고정 테이블과 저장된 카드번호 및 플래그 정보에 대한 데이터가 변경된 경우 플래그 정보가 변경된 카드 번호에 대한 데이터를 저장하는 변경 테이블로 구성하고 있다. 그 다음으로는 메모리영역을 블록단위로 분할한 다음 각 블록에는 카드번호에 대응하여 순차적으로 카드번호에 대응하는 플래그 정보를 저장하는 고정데이터와 고정테이블에 저장된 카드번호 및 플래그 정보에 대한 데이터가 변경된 경우 그 변경된 데이터를 일시적으로 저장하는 변동 데이터를 확보하고 있다. 이는 변동데이터에 저장된 데이터를 기초로 하여 블록 단위로 상기 고정데이터 저장부의 데이터를 갱신하는 방법으로 활용하여 접근 속도를 개선하고자 하였다. 특히, EB시스템에서는 카드 사용 여부 판단방법으로, 메모리 영역을 블록 단위로 분할한 다음 각 카드번호에 대응하는 플래그 정보를 저장하는 고정테이블 및 상기 고정테이블에 저장된 카드번호 및 플래그정보에 대한 데이터가 변경된 경우 플래그 정보가 변경된 카드번호에 대한 데이터를 저장하는 변경테이블을 구비하고 카드에 의한 사용 요청이 있으면 상기 카드의 카드번호를 읽는 단계와 상기 변동테이블에 상기 카드번호에 대

한 데이터가 있는지를 확인하는 단계로 구성하며 만일 있으면 변동테이블에 있는 플래그정보에 따라 카드 사용여부를 판단하고, 그렇지 않으면 상기 고정테이블의 데이터를 확인하고 상기 고정테이블에서 상기 카드번호에 대한 플래그정보를 읽어 그에 따라 카드 사용 여부를 판단하는 순서적 단계를 함유하고 있다. 또한, EB의 경우 교통분야의 단말기 내에 포지티브리스트 및 엘로우 리스트의 다운로드 과정이 절대적으로 필요하고 포지티브 리스트의 유효 기간은 1일로 하여 매일 갱신을 하여 블랙리스트의 문제점을 최소한으로 극복하자 하였다.



그림 1. 네트워크 블록 다이어그램
Fig. 1 A network block diagram

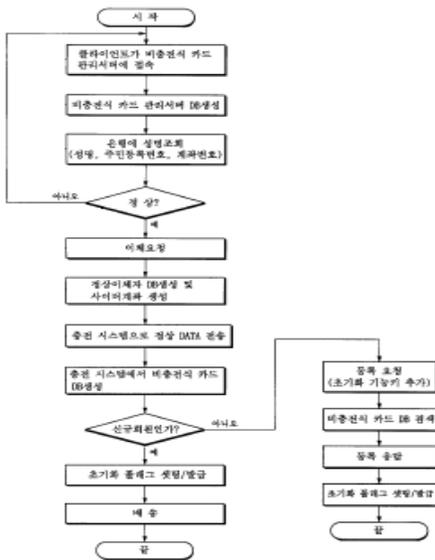


그림 2. 플로차트
Fig. 2 A flowchart

III. 제안 시스템 자료 구조

본 연구는 전자화폐의 목적으로 발급된 선불 교통카드(어린이용, 학생, 성인 불가) 또는 후불 교통카드 사용에 있어서 그 비율이 낮은 카드에 대한 정보만을 구성하여 다수개의 파일로 구성한다. 여기서 각 파일은 다시 다수개의 섹션으로 구성하고 각 섹션은 다수개의 블록으로 구성하고 각 블록은 다수개의 셀 단위의 크기로 분할하여 구성한 다음 인덱스 부와 사용 불가 또는 사용 가능 카드 정보 중에 더 낮은 비율을 차지하는 정보로 구성하는 데이터 부의 영역으로 구성하였다. 각 카드에 부여된 별명 번호 또는 카드 번호를 기준으로 사용 불가 데이터만을 선정하여 데이터를 형성하는 과정과 카드 이용자가 카드를 사용할 때 사용 불가 정보 영역에 저장된 정보인지를 판단하는 과정 및 데이터를 구성하고 있는 저장 정보에 따라 카드 사용 여부를 판단하는 단계를 통과하여 이용되고 있다.

각 카드 관리는 발행당시 배당된 고유번호와 각 카드가 거래되는 과정에서 거래승인을 보다 용이하게 하기 위하여 사용하는 별명번호를 그대로 이용하였다. 사용자의 관리 능력에 따라 선불카드인 경우 카드 계좌에 예치금액으로 사용 가능한 최소 금액으로 설정하고 최소 사용금액 미만인 경우 사용 불가 코드와 최소 사용금액 이상인 경우 사용 가능 코드를 배당하도록 하였다. 선불 교통카드인 경우는 파일 구성에서 카드를 사용하지 못하는 데이터가 카드를 사용할 수 있는 카드보다 작기 때문에 카드 사용 불가만의 데이터를 확보하여 거래 승인 정보를 구성하여 사용하는 방법을 적용하였다. 선불 교통카드인 경우에는 어린이, 학생, 성인의 경우가 있지만 어린이 가능, 학생 가능, 및 사용 불가 데이터만 보유하면 매우 용이하게 거래 승인 여부를 확인할 수 있다는 면에서 기존 방법의 구조와 데이터의 내용이 다르다. 본 연구의 교통카드 거래승인 시스템은 액세스 타임을 극대화할 목적으로 기억장치에 거래승인 불가 데이터만을 선정후 다수개의 파일로 구성하고 상기의 각 파일은 다수개의 섹션으로 구성하고 또한 각 섹션은 다수개의 블록으로 구성하고 각 블록은 다수개의 셀 단위의 크기로 구분하여 구성한 인덱스 부와 거래 승인 여부에서 사용 불가에 해당하는 표시를 의미하는 비트로 구성

된 데이터 부로 구성하고 전체 카드 정보에서 변동하는 정보만을 관리 구별하여 카드 사용승인 여부를 결정하고 필요에 따라 데이터를 갱신하는(추가, 삭제) 방법으로 구성하여 제안하고 있다. 각 파일의 사이즈는 사용 시스템의 성능인 판독과 기록을 수행하는 블록 크기로 구성하도록 제안하고 있으며 파일의 수, 섹션 수, 셀의 수는 가변적이며 통상의 컴퓨터 시스템의 경우 최소 단위는 비트이지만 통상 바이트 단위로 처리하므로 각 셀의 크기는 8비트로 구성하는 것으로 제안하고 있다. 카드 정보를 저장의 최소 단위로, 즉, 단일 카드 데이터 삽입/삭제 시에 데이터베이스 내의 Shift 연산 횟수를 최소화하기 위하여 도입된 개념으로 일정 개수의 카드들을 묶어서 하나의 최하위 개념의 단위로 정보가 관리되며 셀의 크기에 따라, 즉 셀의 크기가 커지면, 연산의 속도는 빨라지고, 용량 효율이 감소하는 반면에 셀의 크기가 작아지면, 연산의 속도가 느려지지만, 용량 효율이 증대하는 효과가 있다. 셀의 다음 단계로 데이터 관리를 용이하게 하기 위하여 일정 개수의 셀 들을 묶어서 관리하는 단위를 블록이라 칭하고 상기 블록 개념은 데이터베이스의 삽입/삭제/조회 시에 원하는 셀의 주소를 빠르게 계산하기 위한 정보를 가지고 제공하는 데 있다. 데이터베이스의 삽입/삭제/조회 등의 연산을 위한 최소 단위로, 일정 개수의 블록들을 묶어서 관리하므로 한 번에 관리되는 블록의 개수가 많은 경우, 삽입/삭제 연산 시에 Shift 되어야 할 셀의 개수가 많아지므로, 이를 최소화하기 위하여 도입된 제안 시스템의 특징이라 할 수 있다. 즉, 제안 시스템의 목적은 섹션의 크기가 커지면, 파일의 인덱스 부의 용량이 작아지지만, 연산의 속도가 느려지는 반면에 섹션의 크기가 작아지면, 파일 인덱스 부의 용량이 커지지만, 연산의 속도가 빨라지는 효과를 얻을 수 있기 때문에 적용한 방법을 제안하고자 하였다. 또한 본 연구의 최 상위 개념인 파일은 데이터베이스 정보를 저장 매체(HDD, Flash memory 등)에 저장하는 최소 단위로, 일정 개수의 섹션을 묶어서 관리하므로 이 역시 삽입/삭제 시에 데이터베이스의 용량에 변동이 있으므로 활용도의 적응력을 최대로 극대화할 목적이 있으며, 파일의 크기가 커지면 소수 카드 정보의 수정 작업으로도 큰 파일의 내용을 변경해야 하므로 연산의 속도가 느려지는 반면에 파일의 크기가 작게 관리하면 대량의 카

드 정보 수정 시, 많은 개수의 파일을 접근해야 하므로 연산의 속도도 느려지게 된다. 다시 말하자면 저장 매체가 Flash Memory인 경우는 해당 매체의 수명에도 영향을 미칠 수 있다는 점을 고려하여 본 연구 제안 시스템을 적용할 경우에는 시스템에 최적화 작업이 바람직하며 그 절차는 매우 간단하게 이루어질 수 있는 장점을 가지고 있다.

본 연구의 구조도에 있어서 EB알고리즘은 순차편성 파일 구조를 근간으로 하였으며 제안시스템은 인덱스 구조로 그 자체를 다중 구조와 다중 파일로 구성된 점에 있어서 근본적으로 다르다고 하겠다. 기존의 시스템은 순차파일 구조 환경에서 적용하였으며 본 연구에서 제안한 시스템의 경우는 색인순차파일의 구조로 구성하였다는 차원에서 차이점이 있다. 궁극적으로 레코드 수에 따라서 그 방법을 다르게 하지만 EB시스템의 경우에는 순차적 알고리즘을 근거로 구성하여 현 구조체계에서 갱신, 삭제, 검색에 요구되는 연산절차를 밟지 않는 반면에 제안 시스템은 변경 데이터에 대한 갱신 절차를 수행한다는 가설에서도 그 두 알고리즘은 차이점을 분명히 보이고 있다.

다음 내용은 제안 시스템에서 사용하고 있는 자료 구조 체계의 구성 요소에 대한 기술로 본 연구에서는 최소 단위인 셀, 셀의 그룹인 블록, 블록의 그룹인 섹션, 섹션의 그룹인 파일과 권종 영역을 구분하는 디비전으로 구성하여 가장 효율적으로 파일을 관리하기 위한 개념의 정의하고 기술하였다.

3.1. 구조 객체 및 개념

본 연구에서 데이터 처리와 관련한 최소 정보 단위를 셀로 설정하였다. 셀은 카드 정보 저장의 최소 단위로, 일정 개수의 카드들을 묶어서 하나의 메모리 주소 개념으로 관리하게 된다. 셀 개념이 도입되므로 단일 카드 데이터를 삽입/삭제 하는데 데이터베이스 내의 shifting 연산 횟수를 최소화하기 위한 목적으로도 이용하기 위함이다. 여기서 셀의 크기가 커지면, 연산의 속도는 빨라지고, 용량 효율이 감소되는 특징이 있다. 또한 반대로 셀의 크기가 작아지면, 연산의 속도가 느려지지만, 용량 효율이 증대된다.

셀의 그룹은 하나의 블록은 데이터 관리의 기본 단

위로, 일정 개수의 셀들을 묶어서 관리하기 위함이다. 데이터베이스의 삽입/삭제/조회 시에 원하는 셀의 주소를 계산하기 위한 정보를 가지고 있다.

블록의 그룹은 하나의 섹션은 데이터베이스의 삽입/삭제/조회 등의 연산을 위한 최소 단위로, 일정 개수의 블록들을 묶어서 관리하기 위함이다. 이 개념의 정의는 조회시 해당 카드의 주소를 빠르게 검색하기 위해 섹션내의 저장 카드의 수를 가지고 있다. 또한 한번에 관리되는 블록의 개수가 많은 경우, 삽입/삭제 연산 시에 쉬프트 되어야 할 셀의 개수가 많아지므로, 이를 최소화하기 위하여 도입된 개념이기도 하다. 여기서도 섹션의 크기와 관련된 특징이 있다. 즉, 섹션의 크기가 커지면, 파일의 헤더부의 용량이 작아지지만, 연산의 속도가 느려진다. 반대로 섹션의 크기가 작아지면, 파일 헤더부의 용량이 커지지만, 연산의 속도가 빨라지는 특성을 지니고 있다.

파일은 데이터베이스 정보를 저장 매체(하드디스크, 플래쉬 메모리 매체)에 저장하는 최소 단위로, 일정 개수의 섹션을 묶어서 관리하기 위한 개념으로 정의한다.

카드를 종류별로 구분하여 데이터를 처리하는 것이 효율성에서 구 카드의 선불, 후불과, 신 카드 선불 등의 카드 종류(권종)별로 카드 Alias 번호 영역을 구분하는 단위로, 지정된 권종 영역에 따라 필요한 개수의 파일을 묶어서 관리한다.

3.2. 블록다이어그램

본 시스템의 구조체를 기본으로 이에 대한 상세한 블록다이어그램을 표시하면 다음 그림과 같으며, 카드 정보를 저장하는 기본 단위를 1bit로 가정하였다.



그림 3. 데이터 구조 및 블록 다이어그램
Fig. 3 A data structure & block diagram

여기서의 Cell의 크기를 Byte 단위를 기본 단위로 가정하여 하나의 셀당 8개의 카드정보 저장 (X=8)할 수 있으며 하나의 섹션이 Y개의 블록을 관리하며, 하나의 파일이 N개의 섹션을 관리하도록 구성된 블록 다이어그램을 보여주고 있다.

IV. 제안알고리즘의 시뮬레이션 분석

본 장에서는 제안 알고리즘과 EB알고리즘과의 차이점을 입증하기 위하여 다음과 같은 조건을 가설하고 시뮬레이션을 수행하였다. 제안알고리즘의 구조도를 근간으로 시스템을 구축해 본 결과 삽입/삭제 시에 데이터베이스의 용량에 변동이 있으므로, 파일의 크기가 커지면 몇몇 카드 정보의 수정작업으로도 큰 파일의 내용을 변경해야 하므로 연산의 속도가 느릴 수 있다는 점과 파일의 크기가 작아지면 대량의 카드 정보 수정 시, 많은 개수의 파일을 접근해야 하므로 연산의 속도도 느려지고, 저장매체가 Flash Memory인 경우는 해당 매체의 수명에도 영향을 미친다는 점이 있지만 사용자의 수에(BL을 5천만 이하로 볼 때) 있어서 제안시스템이 오히려 효율적이라는 시뮬레이션 결과를 얻었다.

본 알고리즘의 효율성의 장점을 입증하기 위해서는 가장 많이 사용되고 있는 EB알고리즘과 비교로 그 우수성 또는 장점을 인식할 수 있다. 이에 EB는 발급된 모든 카드의 정상사용가능 여부(1bit)를 저장한다. 카드의 정상사용가능 여부를 저장한 데이터는 대다수는 사용가능(0)이고, 사용불가능(1)은 소수에 불과하다. 이는 전체 요소 값의 개수에 비하여 0이 아닌 원소의 개수가 매우 적은 희소행렬(sparse matrix)과 유사하다. 제안 알고리즘(이하 “T 알고리즘”)은 저장효율을 높임으로써 메모리 요구량의 축소와 검색 효율을 높이기 위하여 희소행렬과 유사한 저장방법을 사용한다. 대다수의 정상사용이 가능한 카드의 데이터는 저장하지 않고, 정상거래가 불가능 카드에 대한 정보를 포함하는 cell만 선별하여 저장하며, 저장한 셀에 대한 정보를 표현할 수 있는 헤더를 갖는 자료구조를 제시하였다. 제안한 T 알고리즘은 EB알고리즘과 비교하여 데이터 저장 용량이 최대 5% ~ 최소 40%로 줄어들기 때문에 동일한 조건에서 업데이트 속도가

향상을 기대할 수 있다.

표 1. 비교 테이블
Table 1. A Comparative Table

	EB알고리즘	T알고리즘
자료구조	Array	header + Array
메모리 요구량	$N + \alpha$ bit	$c + \frac{N}{20} + \alpha$ bit, c는 상수

T : 발급 가능한 총 카드 개수(2억4천만 개 약 30MB용량) $N + \alpha$,

N : 발급된 전체카드 개수

t : 블랙리스트 카드 개수 ($\frac{N}{20} + \alpha$)

c : header 용량

T 알고리즘에서 카드 개수가 많아질수록 헤더의 용량이 증가하지만 EB알고리즘의 데이터 증가량과 비교할 경우 헤더의 용량의 증가율은 약 2%로 증가량이 매우 낮다.

다만, T알고리즘에서 제안한 자료구조의 장점을 최대한 활용할 수 있기 위해 적당한 section의 크기 결정, 파일 접근 횟수의 최소화를 고려한 알고리즘 운영이 필요할 것으로 판단된다[4-5].

4.1 제안 알고리즘 구현 비교 결과

T-알고리즘과 EB알고리즘의 검색의 절차상 비교 결과는 <표 1, 2>와 같다. EB알고리즘은 카드 승인 요청시마다 모든 카드의 정상사용가능 가능 여부를 저장된 Array를 참조하여 승인여부를 결정한다. 1억 개의 카드에 대한 처리를 한다고 가정하였을 경우, EB알고리즘은 모든 카드의 거래승인을 위하여 계속 파일(약12MB) 참조를 해야 하지만, T 알고리즘은 90%정도의 카드는 약1MB의 헤더 파일만을 참조하면 거래승인이 가능하다. 더불어, 데이터영역의 크기는 최대 4.8MB 이하로써 EB알고리즘보다 메모리 측면의 효율이 높았다.

표 2. 비교 테이블
Table 2. A Comparative Table

	EB 알고리즘	T 알고리즘
검색	1) 카드읽기	1) 카드읽기
	2) 거래불가 여부가 저장된 메모리 주소값 계산	2) section no., block no., cell no. 계산하여 헤더값 읽기
	3) 거래불가카드 여부 확인	3-1) 저장된 셀이 아닌 경우 거래승인 (90%이상의 카드는 3단계에서 종료) 3-2) 메모리 접근하여 셀 값확인
	4) 거래승인 또는 거래불가 결과 반환	4) 거래승인 또는 거래불가 결과 반환

또한, 저장용량은 업데이트 속도를 결정하는 가장 직접적 요인으로써 EB알고리즘에 비하여 제안한 T알고리즘은 약40%이하(평균적으로는 30%이하)의 데이터 저장용량만 사용하므로 업데이트 속도가 0.6/b 만큼 향상될 수 있음을 인지할 수 있었다. (단, b는 하드웨어의 I/O 단위크기)

4.2. 알고리즘의 효율성 분석 결과

T 알고리즘의 효율성 측면에서 분석해 보았다. 그 기준은 정보를 기록하는 쓰기연산과 검색과, 업데이트에 체크 포인트를 두고 분석하였으며 분석에 요건은 다음과 같다.

T : 발급가능한 총 카드 개수(2억4천만개 약 30MB용량) $N + \alpha$,

N : 발급된 전체카드 개수,

t : 블랙리스트 카드 개수 (약 5%*N)

M_{eb} , M_t : 각 알고리즘의 메모리 요구량

1) 쓰기 연산

EB알고리즘의 공간 복잡도 전체 발급 가능한 카드에 대한 사용가능여부를 저장하므로 메모리 요구량 M_{eb} 는 $T \times 1bit$ 이며, T algorithm의 메모리 요구량 M_t 는 최소 t bit 최대 $t \times 8bit$ 의 메모리를 요구하므로 메모리 요구량이 매우 작다.

일반적으로 전체 발급된 카드 개수(N) 중 블랙리스트에 포함되는 카드는 5% 이내 이므로 제안하는 알고리즘의 메모리요구량은 기존 알고리즘의 메모리 요구량에 비해 최대0.05×8×Nbit정도로 공간효율성이

증가된 것으로 판단된다.

그리고 두 알고리즘의 time complexity는 각각

EB algorithm : $O(M_{cb})$

T algorithm : $O(M_t)$ (단, $N \leq T$)

로 분석된다.

2) 검색 연산

제안하는 알고리즘(T algorithm)은 읽은 카드가 메모리에 수록되었는지 여부를 체크하고, 수록된 카드가 아닌 경우 메모리 접근을 하지 않고 즉시 승인 또는 미등록 카드로 처리할 수 있다. EB알고리즘도 constant time)에 처리가능 하지만 모든 카드의 승인처리 때마다 메모리를 접근하므로 제안하는 알고리즘에 비하여 메모리 접근에 따른 오버헤드가 추가된다.

3) 갱신, 삭제 연산

카드 폐기, 변경, 분실 등으로 인한 갱신, 삭제 연산이 요구될 때도 역시 해당 카드의 고유한 비트영역을 인덱스 하여 접근함으로써 검색과 같은 시간이 요구된다. 그런데, 갱신 또는 삭제할 카드가 블랙리스트에 속한다면 메모리 접근이 필요하지만 블랙리스트에 포함되지 않으면 메모리 접근도 요구되지 않아 제안한 T 알고리즘이 더 효율적일 것으로 판단된다.

V. 결 론

본 연구에서 설명한 바와 같이 발행된 전자화폐가 온/오프라인 통합 환경 시스템에서 거래될 때 그 승인 여부를 신속하게 응대할 수 있는 방법으로 온라인 상태에서 인터넷 상거래에서의 결제 시스템에 적용 가능하며, 특히 대중교통 매체인 버스, 택시, 지하철 등의 교통 요금을 결제하는데 적용이 가능하며, 편의점, 자동판매기, PC 방, 등의 1천 원 미만의 소액 결제가 가능한 결제 시스템에 응용이 될 수 있어 저 성능의 시스템과 저 용량의 메모리 구조로 되어있는 환경에서 매우 효율적으로 하드웨어의 변경 없이 유용하게 활용이 가능할 것으로 기대된다. 본 연구의 경우 사용 가능(포지티브 리스트) 카드는 사전에 승인이 돼 있는 상태이므로 교통 단말기에 상주할 필요가 없으며 거래 불가 정보 데이터만 확보하고 있으면 되기

때문에 필요한 데이터만 셀 단위로 순차적으로 저장 하되 모든 과일을 인덱스 부와 데이터 부로 구분하고, 상기 두 영역을 셀, 블록, 섹션 단위로 비연속적 구조체를 구성하여 유사 특허에서 전체 발행 카드의 수에 따라 용량이 일률적으로 증가하는 방법보다 저장에 필요한 카드 정보만을 선택적으로 교통단말기에 적용해 볼 때 더 용량 효율이 좋다. 또한 유사특허의 경우 별명 번호에 대응하여 순차적으로 저장이 되어 별명 번호만으로 해당 카드 정보의 주소를 계산할 수 있어 삭제와 삽입이 불필요하며 오로지 수정만 요구되는 장점이 있지만 카드 사용자 증가하고 처리해야할 레코드가 전체 수보다 그 비율이 낮을 때 본 연구의 방법이 상기 유사 특허보다 바람직하다. 연구를 진행하는데 사전 조사를 수행하는데 우선 ITS 시스템 환경과 도로 환경을 검토하였다. 연구결과 다양한 환경에 대하여 유관부서와 협조를 구하여 시험 시설을 적용할 경우 상대적으로 매우 효과적인 시스템을 구축할 수 있을 것으로 고려가 되었다.

참고 문헌

- [1] 문병로, 심규석, 이충세, "Introduction to Algorithms" 한빛미디어, 2006.
- [2] Knuth, Donald, "Fundamental Algorithms", "Third Edition. Reading", Massachusetts : Addison-Wesley, 1997.
- [3] Ellis Horowitz, Sartaj Sahni, "Fundamentals Of Computer Algorithms", Computer Science, 1978.
- [4] Arora, Sanjeev, Barak, Boaz, "Complexity Theory: A Modern Approach", Cambridge University Press, 2009.
- [5] Du, Ding-Zhu; Ko, Ker-I, "Theory of Computational Complexity", John Wiley & Sons, 2000.

저자 소개



정양권(Yang-kwon Jeong)

1988년 조선대학교 대학원 졸업
(공학석사)

1996년 조선대학교 대학원 졸업
(공학박사)

동신대학교 컴퓨터학과 부교수

※ 주 관심분야 : 지문기반 사상체질 인식 시스템,
교통사고자동기록시스템, 가상현실 자가 치유 영
상 시스템



김용식(Young-Sik Kim)

2003년 조선대학교 대학졸업
(공학사)

2010년 동신대학교 대학원
(석사과정)

※ 관심분야 : 현장약도, 자동차 번호인식 시스템



이경희(Lee Kyung-Hee)

1999.2 충북대학교 대학원 전자계
산학과 이학석사

2004.2 충북대학교 대학원
전자계산학과 이학박사

2009. 1 ~ 현재 충북대학교 기업정보화지원센터 연
구원

2004.9 ~ 2006.8 서원대학교 컴퓨터정보통신공학과
전임강사

※ 주 관심분야 : SOA, 바이오인포매틱스, 클라우
드 컴퓨팅 등