



금융자동화기기 개발에 있어서의 유연매체거동해석

윤여훈*, 백윤길
(노틸러스 호성)

1. 머리말

현재 각종 공공기관, 기업 등은 물론 가정에서까지 컴퓨터를 이용하여 일 처리를 하기 때문에 컴퓨터가 없는 세상을 상상한다는 것은 불가능하다. 종이에 쓰던 편지도 이메일(e-mail)로 대체되고, 전자책(e-book)도 보편화 되었다. 그러나 줄어들 것이라고 예측한 종이의 사용량은 아이러니하게도 시간이 갈수록 늘어나고 있다. 심지어 어떤 회사에서는 모든 보고서를 전자 문서로 변경하였음에도 불구하고 종이의 사용량이 오히려 그 전보다 훨씬 증가했다고 한다. 종이 사용량의 증가에 따라 종이를 매체로 취급하는 복사기, 프린터, 팩시밀리 등과 같은 사무자동화기기 관련 시장이 점점 더 커지고 있다.

금융자동화기기의 경우도 마찬가지로 통신과 인터넷의 발달에 따라 폰뱅킹, 인터넷뱅킹 등 새로운 형태의 뱅킹시스템이 출현하였지만, 지폐의 사용량은 여전히 높고, 지로수납기나 공과금수납기 등과 같은 새로운 형태의 유연매체취급장치를 요구하고 있다.

금융자동화기기는 초기에는 현금 출금만 할 수 있는 단순한 모델이었지만, 현재는 하나의 ATM에서 출금은 물론 입금, 수표 입·출금, 통장정리, 명세표 처리 등은 행업무의 대부분이 가능하다. 심지어 티켓예매(영화, 기차표 등), 각종 공과금 납부 등도 금융자동화기기에서 처리가 가능하다.

기존에 행원(teller)이 하던 업무를 기기가 대신하기 위해서는 그 업무에 따른 새로운 제품이 개발되어야 하

고, 고객이 직접 기기를 다루어야 하기 때문에 신뢰성이 높은 제품 즉, 가동률이 높은 제품이어야 한다. 따라서 제품 개발기간(타임 투 마켓)이 짧고, 신뢰성이 높은 제품의 개발에 있어서, 실험에 의존하는 종래의 시행착오법으로 시장의 요구에 대응한다는 것은 쉽지 않다. 특히, 금융자동화기기에서 취급하고 있는 매체인 지폐는, 재질, 사용 빈도, 형상, 두께, 접힘, 휨 및 사용환경 등에 따라 매체의 거동이 달라 지기 때문에, 신뢰성을 높이고 개발기간의 단축은 물론 비용절감을 위해서 실험에 의한 기술개발과 더불어 기본현상에 대한 해석적 접근방식의 기술개발이 필요하다. 하드웨어 기술이 발전함에 따라 컴퓨터의 연산속도가 빨라지고, 비선형문제를 해결할 수 있는 수치알고리즘이 개발되어 상용화됨에 따라 복잡한 문제에 대한 해답을 보다 빨리 찾을 수 있다. 그 결과, 현재는 컴퓨터 시뮬레이션에 의존하는 해석적 접근법을 금융자동화기기 개발에 적용하고 있기에, 이 글에서는 금융자동화기기의 핵심 메커니즘을 해석한 결과를 기술한다.

1.1 금융자동화기기의 종류

표 1에 금융자동화기기의 대표적인 종류와 그기능을 소개한다.

1.2 환류식 지폐입출금장치의 구조

그림 1에 ATM을 구성하고 있는 장치와 그기능을 나타낸다.

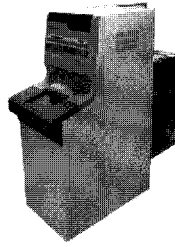
ATM의 여러 가지 기능 중에서 가장 핵심이라고 할

* E-mail : yyh5150@hyosung.com / (031) 428-1515

유연매체취급장치

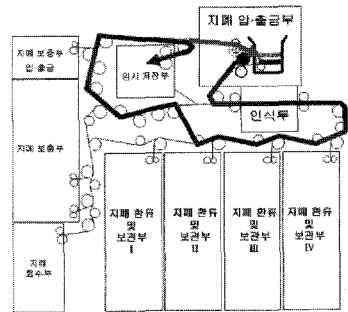
표 1 금융자동화기기

종류	기능	
ATM	- 현금 입출금 기능 - 수표 입출금 기능 - 공과금 수납 - 통장 정리 - A4 프린터 - RF 수신 - 2D 바코드	
CD	- 현금 출금 기능 - 수표 출금 기능 - 현금 수표 일괄 출금 - 통장 정리 - 지문인식 - IC 카드	
금융 키오스크	- 각종 공과금 수납 - 금융거래내역 조회 및 출력 기능 - A4 사이즈 용지 처리 - 지문인식 - IC 카드 - 적외선 통신	
통장 프린터	- 400 cps의 초고속 인쇄 - 용지 자동정렬 기능 - 용지위치 자동인식 - 용지 자동넘김 기능 - 수표, 전표 및 연속용지 인쇄기능 - 저소음 저진동 설계	
카드 발급기	- 각종 카드 발급 및 조회 - 전자화폐 충전 - 지문인식 - RF(교통카드) 충전	

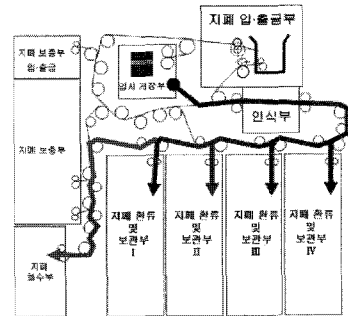


구분	기능
본체부	각 Unit 제어 및 거래내용 저장 기능
고객조회부	고객 조작 화면 및 Touch 입력 기능
정렬장치	각 부 전량공급 기능
카드처리부	Magnetic 및 IC카드 ReadWrite 기능
명세표 처리부	명세표 인식 및 발행, 지날 인지 기능
수표처리부	수표 압출금, MCR Read 기능
일련번호부	통장 계좌 인식 및 거래내용 관리 가능
환류식 지폐 입출금 장치	지폐 입출금, 권종구분 및 전위식별, 분리, 반송 환류, 집적 기능

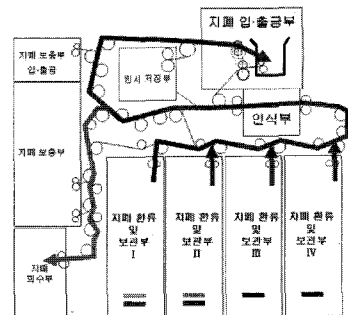
그림 1 ATM의 구성



(a) 입력



(b) 입금 수납



(c) 출금

수 있는 환류식 지폐입출금장치는 지폐의 입출금, 권종 구분 및 진위 판별, 지폐의 분리, 이송, 집적의 기능을 가진다. 그림 2는 환류식 입출금장치에서의 매체 흐름을 나타낸다.

- I. 입금: 고객 → 지폐 입 · 출금부 → 인식부
 - ① 정상 지폐: 입시저장부
 - ② 비정상 지폐: 지폐 입 · 출금부 → 고객

그림 2 환류식 지폐입출금장치에서의 지폐흐름도

- II. 입금수납: 임시 저장부 → 인식부
 - ① 재활용 가능 지폐: 지폐 환류 및 보관부
 - ② 재활용 불가능 지폐: 지폐 회수부
- III. 출금: 지폐 환류 및 보관부 → 인식부
 - ① 재활용 가능 지폐: 지폐 입 · 출금부 → 고객
 - ② 재활용 불가능 지폐: 지폐 회수부

그림 2와 같이 환류식 지폐입출금 장치는 입 · 출금 동작에서 지폐를 분리, 이송, 집적 기능을 반복하여 수행한다. 따라서 분리, 이송, 집적 메커니즘은 ATM에서 가장 핵심이 된다고 할 수 있고 이에 대한 해석사례를 다음 장에서 기술한다.

2. 압접식 분리기구

그림 3은 압접식 분리기구를 나타낸다. 압접식 분리기구는 p-롤러에 의해 이송된 지폐를 f-롤러, g-롤러 그리고 지폐의 마찰관계를 통하여 한 번에 한 매씩 분리한다. 압접식 분리기구의 성능에 영향을 주는 인자로는 앞에서 언급한 각 롤러와 매체 사이의 마찰계수, g-롤러를 누르는 힘, 매체의 상태, p-롤러와 f-롤러의 속도 차, 가이드의 형상 등이 있다.

2.1 1매 진입의 경우

그림 3과 같이 매체 1매가 분리부 사이로 진입한 경

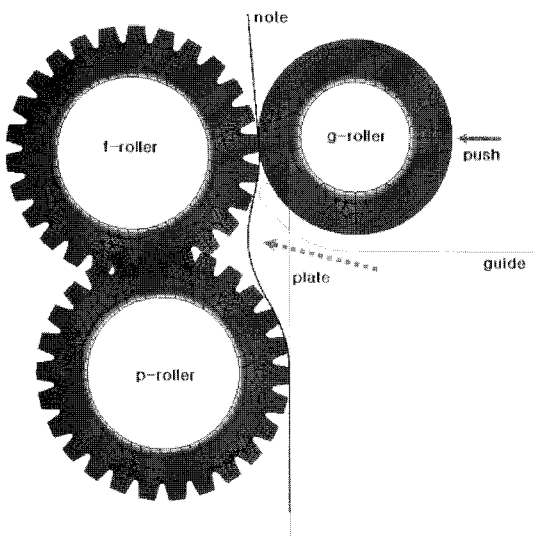


그림 3 압접식 분리기구

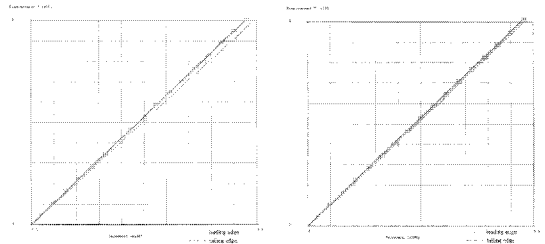
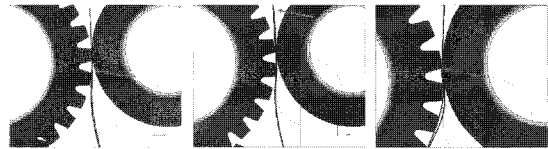


그림 4 해석결과



(a) 2매 진입 (b) 중송 발생 (c) 정상 분리

그림 5 매체 2매가 동시에 진입한 경우

우, g-롤러의 마찰저항 때문에 f-롤러의 이송량만큼 이송되지 못하고 분리부 사이에 채류하게 되어 결국 매체가 버클링되는 현상이 나타난다. g-롤러를 누르는 힘과 p-롤러와 f-롤러의 속도비를 조절하여 매체의 버클링현상을 사라지게 하였다. 그림 4에 해석결과를 나타낸다.

2.2 2매 진입의 경우

그림 5는 분리부에 매체 2매가 동시에 진입한 경우에 대한 해석결과를 보여준다. f-롤러와 매체 사이의 마찰계수, g-롤러와 매체 사이의 마찰계수 및 g-롤러를 누르는 힘에 따라 그림과 같이 압접식 분리부의 분리성능이 결정된다.

3. 벨트-롤러 이송기구

금융자동화기기에서는 매체이송을 위해 평벨트가 많이 사용되고 있다. 이러한 기기에서는 종이, 지폐, 티켓 등이 벨트에 헐지되어 이송된다. 따라서 벨트의 주행 방향으로의 슬립이나 직각방향으로의 스큐는 제품의 고속화 · 신뢰성이라는 성능에 큰 영향을 미친다. 특히 금융자동화 기기에서 평벨트의 슬립이나 스큐는 지폐의 권종 판별이나 진위여부의 판단 등에 커다란 영향을 주고 있다.

3.1 벨트의 스쿠

벨트-롤러 시스템은 그림 6과 같이 구동 롤러(driving roller), 종동 롤러(driven roller) 그리고 평벨트로 구성되어 있다. 점 A와 점 B 두 점에서 벨트의 롤러 축방향으로의 변위, 즉 스쿠(skew)를 측정한다.

그림 7은 원통 롤러에 편각을 가한 다음에 초기 상태에서 10회전 후의 상태를 나타내고 있다. 벨트가 Z 방향으로 이동한 것이 명백히 드러난다. 그림 10은 롤러편각의 크기에 따른 벨트의 스쿠량을 나타낸다. 벨트의 스쿠량은 롤러편각의 크기에 비례하는 것을 알 수 있다. 벨트는 초기에는 정현파형으로 거동하는 과도 스쿠 현상을 보이지만, 회전이 거듭됨에 따라 스쿠 비율이 일정해지는 정상 스쿠 영역으로 천이됨을 알 수 있다.

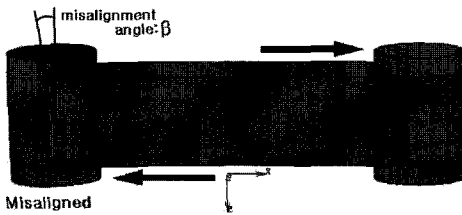
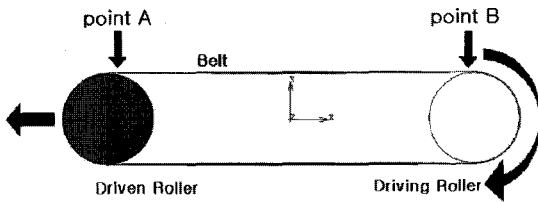


그림 6 해석 모델

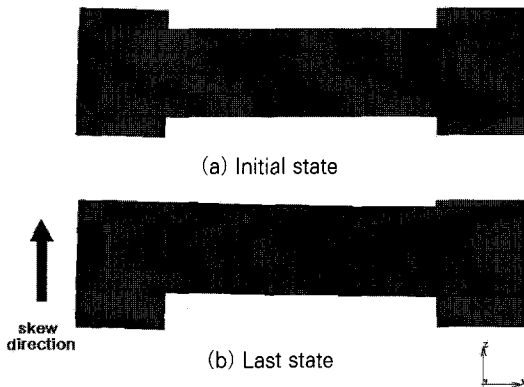


그림 7 벨트위치의 변화(스쿠)

3.2 크라운형상 롤러의 벨트의 센터링

크라운형상 롤러에서 벨트 센터링 현상은 이미 경험

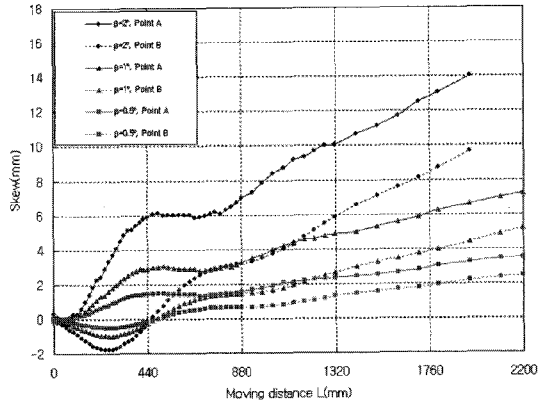


그림 8 편각에 따른 벨트 스쿠량의 변화

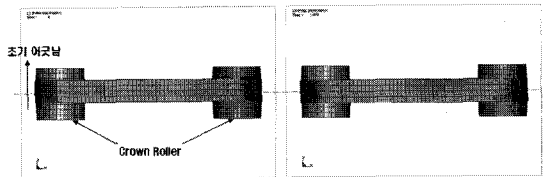


그림 9 크라운형상 롤러의 센터링기능

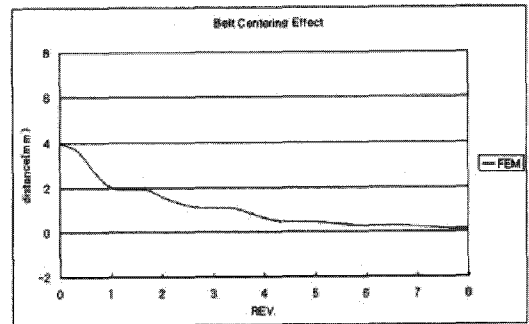
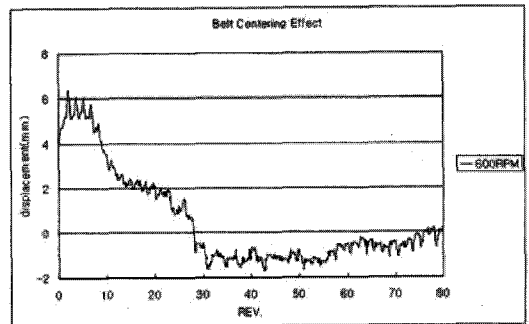


그림 10 동해석과 정해석의 비교

적으로 알고 있기 때문에, 가공이나 조립 등에서의 오차에 의해 생기는 벨트의 스쿠현상을 줄이기 위하여 크라운형상 롤러를 많이 사용하고 있다.

그림 9처럼 초기에 롤러 중심에서 벗어나 위치하던 벨트는 롤러가 회전에 따라 점점 롤러 중심으로 이동하여 마침내 롤러의 중심과 일치함을 알 수 있다.

그림 10은 벨트이송해석을 동해석과 정해석을 동시에 수행하여 비교한 결과이다. 동해석과 정해석 모두 크라운형상 롤러에서의 벨트센터링 현상을 잘 표현하고 있다. 그러나 동해석에서는 정해석과 달리 벨트가 센터링하는 과정에서 롤러 중심선을 넘어 갔다 오는 현상을 발견할 수 있다. 이것은 정해석에서는 벨트의 관성이 고려가 되지 않았지만, 동해석에서는 고려되었기 때문으로 추정된다.

3.3 다물체동역학을 이용한 벨트-롤러 해석

유한요소법에 의한 해석결과와 비교를 위해 벨트-롤러 시스템을 다물체동역학 프로그램인 Recyrdyn을 이용하여 시뮬레이션을 행하였다. 그림 11은 nodal flex를

이용한 다물체동역학 모델을 나타낸다. 벨트에 초장력을 가하고 스쿠된 롤러를 회전시킨다.

그림 12에 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 유한요소해석결과와 벨트의 스쿠패턴이 거의 유사함을 알 수 있고 초기에 벨트관성에 의한 벨트거동의 불안정함도 잘 표현한다. 해석에 소요되는 시간 또한 상당히 단축되었다.

4. StackWheel방식의 집적기구

고속으로 진행하면서 이송된 매체를 순간적으로 멈추기 위해 집적 메커니즘을 사용한다. 집적 메커니즘 중 하나인 stackwheel 방식을 그림 13에 나타낸다. stackwheel 방식의 집적기구는 그림에서 보이는 것처럼

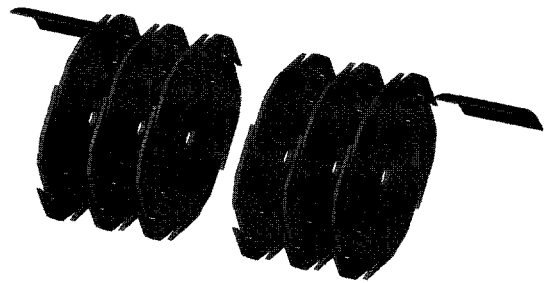
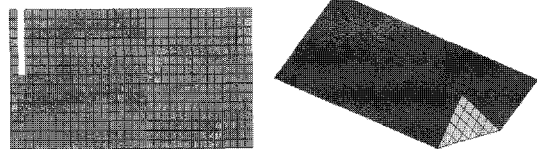


그림 13 Stackwheel



찢어진 지폐

접힌 지폐

그림 14 지폐 모델링

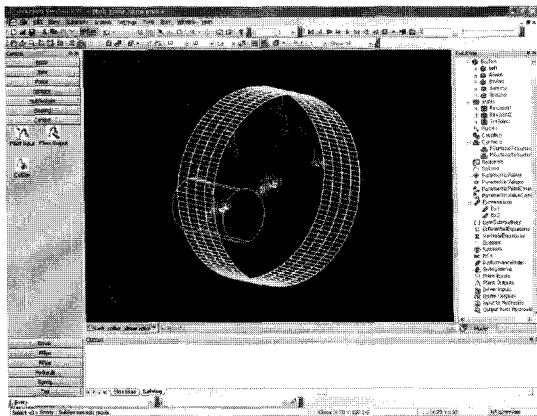
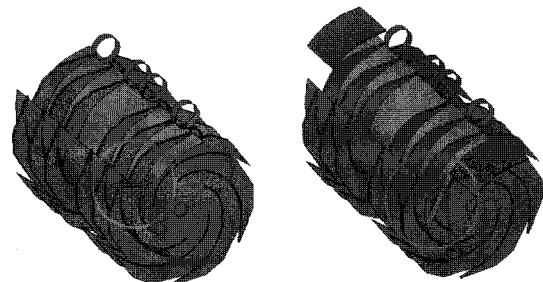


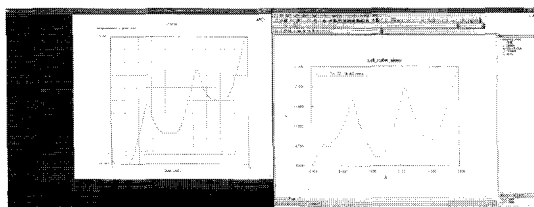
그림 11 다물체동역학 모델



대책 전

대책 후

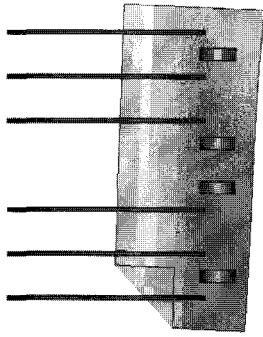
그림 15 찢어진 지폐의 집인



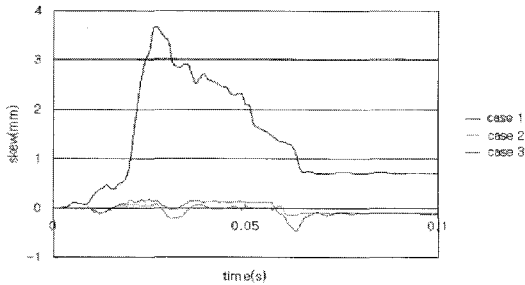
FEM

MBD

그림 12 해석결과



(a) 지폐의 스퀴



(b) Stackwheel 형상에 따른 지폐의 스퀴 양

그림 16 접힌 지폐의 스퀴

고속으로 진입한 지폐가 스파이럴 형상의 휠 사이에서 멈추게 되는 동작을 반복함으로써 매체를 일정하게 쌓는 역할을 하는 메커니즘이다. 이러한 스파이럴 형상의 stackwheel에 진입하는 다양한 매체의 거동을 파악하여 stackwheel의 형상설계에 적용하기 위해 동적 시뮬레이션을 행하였다.

4.1 지폐 모델링

금융자동화기와 프린터나 복사기와 같은 일반적인 사무용기기의 가장 큰 차이점은 각 기기에서 사용하는 매체일 것이다. 사무용기기에서 사용하는 일반용지와는 달리 사용조건에 따라 지폐는 그 상태가 매우 다양하다. 그러나 금융자동화기기의 특성상 이런 다양한 조건의 지폐를 모두 처리해야 하는 어려움이 있다.

새 지폐와 낡은 지폐는 매체의 굽힘강성으로 표현할 수 있고, 찢어진 지폐, 접힌 지폐 등은 그림 15와 같은 모

델로 표현이 가능하다.

4.2 지폐 상태에 따른 해석 결과

(1) 찢어진 지폐의 경우

그림 15는 찢어진 지폐가 stackwheel에 진입한 경우를 해석한 결과이다 그림에서 볼 수 있듯이 지폐의 찢어진 부분이 앞에서 진행하던 지폐와 충돌하면서 잼(jam)의 원인이 된다. 이것을 대책하기 위해 가이드를 설치하여 지폐의 충돌을 회피하였다.

(2) 접힌 지폐의 경우

그림 16은 접힌 지폐의 시뮬레이션 결과이다. 접힌 지폐가 진입할 경우, 발생하는 매체의 스퀴는 잼(jam)의 발생원인이 됨은 물론 집적된 매체를 다시 분리할 경우 이송불량의 원인이 될 가능성이 높다. 따라서 이러한 장애를 방지하기 위하여 stackwheel의 형상을 검토함으로써 그림 16(b)와 같이 스퀴가 최소화될 수 있는 경우의 형상을 설계에 적용할 수 있었다.

5. 맺음말

이 글에서는 금융자동화기를 개발함에 있어서, 시뮬레이션을 통한 매체거동을 예측하고 기기설계에 적용한 예들을 기술하였다.

시뮬레이션을 이용하여 금융자동화기기에서 고속으로 진행되는 매체의 거동 예측이 가능해 짐으로써, 메커니즘의 성능에 대해 정량적 평가가 가능해졌고, 데스크상에서 신속하게 설계치를 결정할 수 있는 환경의 구축으로 기기의 신뢰성의 향상에 기여했으며 샘플제작 횟수를 줄여 개발비용의 절감은 물론 개발시간을 단축할 수 있었다.

그러나 금융자동화기기에 대한 고속화, 정밀화 및 고품질화라는 시장에서의 요구에 대응하기 위해서는 지폐라는 매체가 갖는 다양한 상태에 대한 특성의 파악, 해석기법개발 등을 통하여 시뮬레이션의 정확도를 향상시켜, 실험평가환경에서 완전한 시뮬레이션 평가환경으로의 이행이 앞으로의 과제이다. 