Commercialization of Integrated DCU for the Platform Screen Door

우 천 회[†] · 김 진 식^{*}
(Chun-Hee Woo · Jin-Sik Kim)

Abstract - Platform Screen Door, PSD, is a device that seeks to prevent accidents with regards to falling off the platform and getting trapped between the trains, achieve improvements on the cleanliness of the air, address the accessibility issue of the disabled and the elderly and provide fresher environment on the platform in general. This is achieved by preventing health hazards and accidents from occurring through installation of fixed and moving doors between rail, tram and subway platforms and the railway. Domestic firms have achieved domestic production to a large degree in various Control Units including the Overall Control Unit and RF devices through investments in technology. Despite this, full domestic production of the core of the PSD system, Door Control Unit, DCU, is not yet achieved, having to install PSDs in a relatively short period of time. Currently, controllers with DC motors are developed for installation or one is faced with having to import foreign produced controllers.

In this research, the control unit prototype using the BLDC motor was domestically produced. The performance of the control unit was rigorously tested through installation on Eun-Ha Rail on Wol-Mi Island.

Key Words : Commercialization, Door Control Unit, Field Test, Platform Screen Door

1. 서 론

승강장 스크린도어 제어시스템(이하 PSD: Platform Screen Door System)은 전동차의 정확한 정차위치를 파악하여 승객이 안전하게 전동차를 승하차 가능케 하는 감시 및 제어하는 시스템으로 구성되어 있으며 각각의 고유 업무를 수행할 수 있는 개별 장비들이 상호 정보를 교환하면서 시스템 전체가 유기적으로 연동하도록 구성되어 있다. 이처럼 승강장 스크린도어용 감시 및 제어 시스템은 승강장 내에서 승객 및 전동차의 안전에 대하여 매우 중요한 업무를 수행하게 되며 이는 종합제어반, RF 장치, 기관사 및 승강장 조작반 등 다양한 설비로 구성되어 있다.

본 논문의 2장에서는 BLDC 모터를 구동력으로 하는 스크린도어용 제어장치(이하 DCU: Door Control Unit)를 국산화하여 시제품을 제작하였으며[1], 3장에서는 상품화된 제품의 성능을 검증하기 위하여 월미도 은하레일 승강장에 설치하여 현장시험을 실시하였다.[2]

2. 스크린도어용 통합형 제어기의 시제품 제작

승강장 스크린도어용 DCU중 BLDC 모터를 적용한 구동부는 거의 전량 기술제휴 및 수입을 통해 외국으로부터 들여오고 있는 상황이다. 일부 국내에서 개발된 제품은 DC 모

터를 적용한 DCU이며, 해외 선발 업체들은 대부분 BLDC 모터를 적용한 DCU를 공급하고 있다.

DC 모터를 적용한 DCU의 경우, 주기적으로 모터의 상태를 일일이 점검하여야 하며, 상태 점검이 제대로 시행되지 않았을 경우 모터가 소손되는 경우가 발생하게 되며 이로 인하여 스크린도어 출입문이 개폐되지 않을 경우 승객의 불편을 초래하게 되고 민원의 소지가 있다. 그러나 BLDC 모터를 적용한 승강장 스크린도어용 DCU의 경우 모터 소손 등과 같은 문제 발생 소지가 없어 정기적인 점검이 필요 없게 되어 유지 보수 비용의 절감 효과를 얻을 수 있다.[3]

따라서 국내 기술을 이용하여 BLDC 타입의 모터를 적용한 승강장 스크린도어용 DCU를 개발하여 적용하면 해외 시장에서의 경쟁력을 확보 할 수 있을 것으로 예상된다. 그림 1은 스크린도어 제어시스템의 구성부를 표시하였다.[1]

그림 1 스크린도어 제어시스템의 구성부

Fig. 1 Screen door control system configuration

[†] 교신저자, 정회원 : 명지전문대학 전기과 교수 · 공박

E-mail : chwoo@mjc.ac.kr

^{*} 비 회 원 : (주)미디어디바이스 대표이사

접수일자 : 2011년 6월 27일

최종완료 : 2011년 7월 28일

2.1 통합형 제어기 개발의 필요성

2000년도 초반 첫 PSD의 시공 이후 전국 각지의 지하철역에 PSD가 설치되고 있으나 표준화와 단일화가 되지 못하고 다수의 업체들이 난립하고 있는 단계이다. 국내에서는 현대 엘리베이터의 주도하에 삼성SDS, 포스콘, PSSTech등과 같은 여러 업체에서 다양한 PSD 주변 기술들을 개발하고 있으나, BLDC 모터를 적용한 DCU의 경우는 국산화를 이루지 못하고 외국 제품에 의지하고 있는 상태이다. 표 1과 같이 “2009년 도시철도공사 보고서”에 의하면 서울 수도권을 비롯한 전국 4개 도시에 설치된 PSD 제품군들 중 대부분이 외국 제품으로 설치된 것을 알 수 있다. 대표적인 업체로는 일본의 나브코, 미국의 스텐리, 프랑스의 패블리와 독일, 영국의 소수 업체들이다. 이 선도적 기업들이 관련 기술을 주도하고 있다.[4,5]

표 1 국내 지하철의 해외업체 참여 현황

Table 1 Foreign firms' level of involvement in domestic subway

구분		역수	PSD 설치 역사	설치년도	DCU 제작사	모터 형식	제작국
서울지하철	Korail	123	25	2006~	Faiveley	BLDC	프랑스
					NABCO	BLDC	일본
					PSSTech	DC	한국
	Metro	117	117	2005~2009	NABCO	BLDC	일본
					PSSTech	DC	한국
	SMRT	148	148	2006~2009	삼아도어	DC	한국
광주지하철	22	9	2004~	NABCO	BLDC	일본	
				STANLEY	BLDC	미국	
대전지하철	22	22	2005~	NABCO	BLDC	일본	
대구지하철	59	6	2004~	NABCO	BLDC	일본	
부산지하철	91	23	2005~	Faiveley	BLDC	프랑스	

현재 국내에 설치되고 있는 승강장 플랫폼 스크린도어에 적용된 DCU는 해외에서 들여온 제품과 국내에서 개발한 제품으로 나누어 볼 수 있으며 각각은 다음과 같은 특징과 장단점을 갖는다.

표 2 외국 및 국산 DCU 제품의 비교

Table 2 Comparison between domestically produced and foreign made DCUs

구분	해외 도입 제품	국내 개발 제품
특징	- BLDC모터 적용 - DC 모터 적용 - 모터제어기 분리형	DC 모터 적용
장점	안전성 및 신뢰성 검증	- 저가 - 신속한 대응
단점	- 고가 - 기술 종속적 - 느린 대응 - 유연하지 못한 확장성	- 표준 기술 적용 미비 - 호환성 결여 - 주기적인 유지보수 필요

2008년부터 현재까지 진행된 PSD 사업을 통해 5호선 27개 역사, 2호선 20개 역사에 종합제어반 및 스크린 도어 제어 시스템을 설치한 경험으로 보면, 기존 제품은 BLDC 모터 제어기와 DCU가 서로 분리되어 시스템에 설치됨으로 인해 설치 작업이 중복되어 투입되어야 하고, 제품의 단가가 높

은 단점이 있었다. 그러므로 스크린도어 시스템을 단순화하고 설치가 용이하도록 하기 위해서는 BLDC 모터 제어기를 통합한 DCU를 개발할 필요가 있다. 그 결과 가격 경쟁력을 확보할 수 있으며, BLDC 모터를 단독으로 적용한 제품과 차별성을 갖을 수 있다.

표 3 승강장 스크린도어 시스템 시공 현황

Table 3 Currently completed PSD construction

도시별	운행 구간		역사수
서울/경기 PSD 설치 역사	1호선	소요산~구로	41
		인천행	20
		신창행	38
	2호선본선	성수~성수	43
	2호선지선	성수/신정	8
	3호선	지축~수서	37
	4호선	당고개~오이도	47
	5호선	방화~강동	50
		강동~상일동,마천	
	6호선	용암~봉화산	43
	7호선	장암~온수	42
	8호선	암사~모란	17
	9호선	개화~신논현	25
	분당선	보정~선릉	20
	중앙선	용산~용문	27
공항선		6	
부 산	경의선	문산~서울역	20
	1호선	노포~신평	34
	2호선	양산~장산	43
	3호선	수영~대저	17
인 천	계양~국제업무지구		39
대 구	1호선	대곡~안심	29
	2호선	문양~사월	26
광 주	평동~녹동		20
대 전	반석~판암		22

비고) : (주)미디어디바이스가 참여한 공사 현장

2.2 통합형 제어기(DCU)의 시제품 제작

승강장 스크린도어용 제어기는 승강장 스크린도어의 위치를 검출하는 주회로 제어부, 종합제어반과 CAN 통신하는 통신부, 도어의 구동력을 제어하는 모터제어부 및 DCU 전면에 LED 및 세그먼트로 정보를 전달하는 표시부로 제작되었다.[2]

주로 가전기기와 산업자동화, 빌딩 자동화 등에서 사용되던 DC 모터는 높은 유지 보수 비용 및 효율이 낮아 BLDC 모터는 고효율, 고속, 장수명, 저소음, 속도제어가 용이한 구조적 특성을 가지고 있어 안정된 시스템의 구축 및 에너지 절감 대책으로 BLDC 모터의 사용이 주요 대안으로 부상하고 있다. 특히 BLDC 모터는 최근 에너지 문제의 급속한 확산을 통해 고효율 산업용 동력 기기 및 가전기기 사용의 필요성에 따라 수요가 증가하고 있다.

본 연구에서는 BLDC 모터의 속도 제어 및 위치제어 알고리즘을 개발하여 통합형 스크린도어 제어기에 적용시켰다. 그림 2는 통합형 제어기에 사용한 100W BLDC 모터를 보여주고 있다.[1]

제어장치는 스크린 도어 구동장치의 구성부품으로서 도어 1개구마다 설치하며, 종합제어반 등에서 PSD 개폐 신호를 CAN 통신 또는 RS-485 통신 및 실선제어 라인을 통해 수신

그림 2 DCU에 사용된 BLDC 모터

Fig. 2 BLDC motor used in DCU

그림 3 통합형 제어기 시제품의 외형 및 주회로 보드

Fig. 3 Outer appearance and main circuit board of Integrated controller prototype

표 4 개발된 DCU의 사양

Table 4 The specification of developed DCU

구분	항목	내용
BLDC 모터 제어기	입력 전압 범위	DC 40V $\pm$ 15%
	동작 환경	온도 : -30~60℃, 상대습도 : 0~80%
	작용력	400N(40.1 kgf) 이하 도시철도 용품 품질인증요령 기준
	도어 열림/단힘 작동 시간	2.5~4.5Sec / 2,200mm 열림폭 기준
	동작 횟수	50만회 이상 연속동작 도시철도 용품 품질인증요령 기준
	정격 전력	100W
	제어 방식	Digital PI제어기
	Motor FeedBack	Hall, Encoder
	절연 등급	Class E(120℃)이상
제어 회로	프로세서	32Bit Cortex-M3 Core
	Flash	256 KBytes
	SRAM	32 KBytes
	DataFlash	1Mbytes
	통신 포트	CAN x 2Ch, RS232 x 3Ch
	DI/DO	DI : 32 Port, DO : 32 Port Photo Isolation
	Audio Amp	2W Mono Speaker
외형	Display	LED 및 FND
	크기(mm)	450(W) x 80(H) x 60(D)
	절연저항	5MΩ이상(500VDC 절연저항계)
	내전압	AC 1500V 60Hz(1분간)
	재질	AL 또는 SUS
도장	도장	100μm 이상 분체도장

하여 자동/수동으로 도어를 개폐 및 제어하고 스크린 도어의 동작상태를 감시한다. 또한 제어장치는 스크린 도어의 개폐를 위한 모터의 제어 및 도어 사이에 끼어 있는 장애물의 감지, 음성 안내 방송 등의 기능을 수행한다. 그림 3은 제작되어진 통합형 제어기의 외형과 주회로 보드를 보여주며, 표 4에서는 제어기의 구체적인 사양을 나타내었다.

3. 승강장 스크린도어 시스템의 현장 적용

종래의 산용용 장비의 통신 방식으로는 RS-485가 널리 이용되어 왔으나, 높은 신뢰성을 요구하는 산업 자동화 및 기반 시설에서는 외부 노이즈에 약하고 통신 지연이 있으며 양방향 통신이 어려운 단점이 있어, 최근에는 외부 노이즈에 강하고 실시간 통신이 가능한 CAN 통신 방식이 채택되고 있는 추세이다. CAN은 고유한 식별자를 사용하여 네트워크 내에 있는 모든 노드들에게 동시에 뿌려진다. 개개의 노드들은 이 식별자에 기반하여 해당 메시지를 처리하므로 실시간 처리 가능하며, 상호 양방향 통신이 가능하다. 또한 종합 제어반의 통신방식이 다른 경우에도 컨버터를 사용하여 호환성을 유지할 수 있다. 현재 도시철도 공사의 승강장 스크린 도어 시스템에서는 CAN 통신 방식을 채택하고 있으며, 메트로의 경우는 RS-485 통신 방식을 채택하고 있다.

승강장 스크린도어 시스템에서 종합제어반 및 기관사 조작반, 승강장 조작반과 제어장치사이의 이중계 CAN 통신 라인 및 비상시 열림/단힘 명령을 보낼 수 있는 실선 제어 라인을 이용한 구성도를 그림 4처럼 구성하였다.[3]

그림 4 조작반 및 제어장치간 통신선 및 제어선의 구성

Fig. 4 Structure of communication and control line between controller unit and operating panel

RF 장치는 차상 및 지상으로 통신하면서 다양한 기능을 수행하지만 만일 한 개의 역사에 두 대의 차량이 동시에 진입할 경우나 중선역사에 여러 대의 열차가 동시에 진입 때에는 반대편 선로의 차량에 탑재되어있는 차상 RF 장치와 지상 RF 장치간 혼선이 발생하여 제어신호를 잘못 오인함으로써 PSD 시스템이 오동작하는 문제가 발생하게 된다. 이러한 혼선 방지를 위한 알고리즘을 개발하여 제어기에 탑재하였으며, 개발된 시제품을 월미도 은하레일 승강장에 설치하여 시운전을 하였다. 그림 5는 승강장 스크린도어에 통합형제어기를 설치한 모습과 현장설치 시험을 한 장면이다.[2]

그림 5 통합형 제어기의 현장설치 모습과 시험장면
Fig. 5 Installation in practice and integrated controller testing

4. 결 론

승강장 스크린 도어용 DCU중 BLDC 모터를 적용한 구동부는 거의 전량 기술제휴 및 수입을 통해 외국으로부터 들어오고 있는 상황이다. 따라서 본 연구를 통해 시스템 연동형 BLDC 모터 제어기 설계 기술을 확보하게 되어 국내 지하철, 경전철, 철도 시장에 적용함으로써 수입 대체 효과를 얻을 수 있었으며, 산업용 기기 및 빌딩 자동화 등 다양한 분야에 적용 가능하리라 판단된다.

또한 BLDC 모터를 적용한 승강장 스크린 도어용 DCU의 경우 모터 소손등과 같은 문제 발생 소지가 없어 정기적인 점검이 필요 없게 되어 유지 보수 비용의 절감 효과를 얻을 수 있으며 DC 모터가 가지는 단점을 보완할 수 있게 되었다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 중기청에서 지원하는 기술혁신사업의 재원으로 수행한 연구 결과입니다.

참 고 문 헌

- [1] 우천희, 김진식, “승강장 스크린 도어용 제어장치의 개발”, 대한전기학회, pp. 68-71, 60P-2-4, 2011년
- [2] 우천희, 김진식, 손진근, “승강장 스크린도어(PSD)용 제어장치의 시제품 제작 및 현장적용”, 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2011.7.20-22
- [3] 김진식, 손진근, “승강장 스크린도어(PSD)에 대한 고신뢰성 감시 및 제어시스템의 개발”, 대한전기학회, pp. 158-162, 59P-2-6, 2010년
- [4] 2009년 도시철도공사보고서

- [5] 서울메트로, 대우엔지니어링, “PSD 합원격관리시스템 제작설치 실시설계용역 보고서”, 2007.

저 자 소 개

우 천 희 (禹天熙)

1985년 연세대 전기과 졸업. 동 대학원 석사(1993). 동 대학원 전기컴퓨터 공학박사(2000). 2004.3-2005.2 영국 Cambridge University Post-Doc. 1985-1995.2 현대중공업 중앙연구소 선임연구원. 1995.3-현재 명지전문대학 전기과 교수.

Tel : 02-300-1266

Fax : 02-300-1093

E-mail : chwoo@mjc.ac.kr

김 진 식 (金湊植)

1991년 숭실대학교 전자공학과 졸업. 1993년 동 대학원 전자공학과 졸업(석사). 1993 ~ 1999 현대중공업(주) 기전연구소 선임연구원. 2000.2 ~ 2005.2 (주)인포이큐 연구소장. 2005.3 ~ 현재 (주)미디어디바이스 대표이사.