

Point 자동 추출 알고리즘을 이용한 로봇 성능 평가 프로그램 개발

윤천석*(울산대학교 대학원), 김미경(울산대학교),
강희준(울산대학교),

Development of a Robot Performance Evaluation System Program Using Auto Extraction Algorism

Cheon-Seok Yoon* (Graduate School, UOU), Mi-Kyung Kim(UOU)
Hee-Jun Kang,(UOU)

ABSTRACT

A Robot Performance Evaluation System(RPES) Program with auto extraction algorism was developed according to the ISO 9283 robot performance criteria. The developed program looks for order point automatically in data that get laser measurement instrument and estimate performance of robot using this order point. In addition, this program estimates Each Joint Motion of robot. Robot Performance Evaluation System(RPES) Software was developed with Visual Basic satisfying the need of Hyundai Motor Company. The developed system was implemented on NACHI 8608 AM 11 robot. The resulted output shows the effectiveness of the developed system.

Key Words : Robot Performance Evaluation System(로봇성능평가시스템)⁹, RPES software(로봇성능평가시스템 소프트웨어), ISO 9283 robot performance criteria(ISO 9283 로봇성능기준)¹,

1. 서론

오늘의 산업 현장에서는 많은 수의 산업용 로봇이 쓰이고 있다. 응용되는 분야 역시 자동차, 선박, 기계등 다양한 분야에서 쓰이고 있다.

이러한 다양한 응용에 사용하고 있는 로봇들의 수도 점점 더 늘어 날것이며, 늘어난 만큼 사용하고 폐기 처분하는 로봇의 수 역시 많이 발생할 것이다.

폐기할 로봇의 수가 많이 발생한다는 의미는 기업에서의 로봇에 대한 비용이 그 만큼 늘어난다는 것을 의미한다. 사라지는 로봇만큼 새로이 충당할 로봇들을 구입해야 함이다.

이러한 비용의 문제와 함께 로봇의 성능을 평가하기 위해 많은 노력을 기울인 결과 ISO¹는 로봇 성능을 평가할 기준을 마련하고 규정을 정하였다.

규정의 의거하여 레이저 측정기를 사용하여 규정에 맞는 실험을 통하여 실험 데이터를 얻어내었으며, 이 실험 데이터를 이용하여 로봇의 성능 평가를 해야 한다.

이러한 성능평가 결과를 내기 위해서 자동으로 계산 할 수 있는 프로그램의 개발이 필요하게 되었다.



Fig 1. 성능평가시스템 실험환경 구축

위의 그림과 같이 ISO¹규정에 부합하는 실험 환경을 구축하였으며, 레이저 측정기로 자동 추출 알고리즘을 적용할 데이터를 얻게 된다.

이 데이터를 이용하여 성능평가 결과를 쉽고 정확하게 나타나게 하기 위하여 간단한 조작만으로

결과를 출력하는 프로그램을 개발하게 되었다.

본 논문은 포인터 자동 추출 알고리즘⁹을 적용하여 Overhaul 로봇 및 로봇의 성능평가 프로그램을 개발에 관한 내용을 다룬다.

2. 로봇 성능 평가 프로그램

로봇 성능 평가 시스템(RPES)은 Overhaul대상 로봇을 레이저 측정기로 측정한 데이터를 측정점 추출 알고리즘을 통하여 추출된 측정점을 이용하여 로봇의 성능 평가 알고리즘⁹을 구현한 프로그램이다.

본 프로그램은 ISO 9283¹에 성능평가항목을 포함하는 성능평가 프로그램이다.

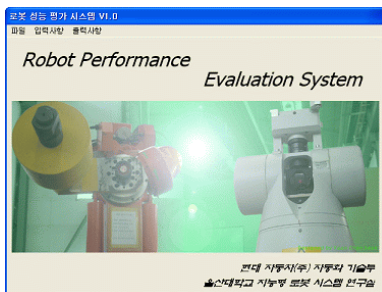


Fig 2. Robot Performance Evaluation System

위의 그림은 Visual Basic 으로 구현한 로봇 성능 평가 시스템 프로그램의 메인 화면이다.

이 프로그램에서는 로봇의 성능 평가 부분만이 아닌 차후 다양한 로봇의 성능측정 및 평가를 관리하기 위한 로봇이력관리부분 또한 포함하고 있으며 프로그램에서 입력한 데이터 혹은 측정데이터를 이용한 결과 데이터를 엑셀로 직접 저장할 수 있다.

프로그램은 크게 3 가지로 분류 할 수 있으며 이는 파일과 관련 부분,이력 관리에 관한 입력부분, 측정 실험을 통한 연산 및 평가 부분 이다.

2.1 Sub Menu 1 (File)

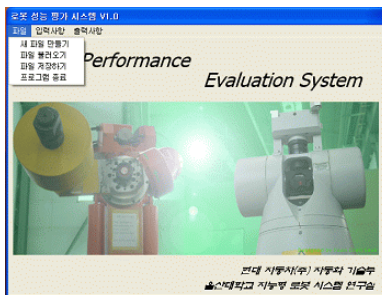


Fig 3. Sub Menu 1 (File Menu)

메인 메뉴의 파일 메뉴를 선택하게 되면 새 파일 만들기, 파일 불러오기, 파일 저장하기, 프로그램 종료 의 하부 메뉴가 나타난다. 이 프로그램에서 비주얼 베이직이 엑셀을 액세스 할 수 있도록 하였다. 따라서 적용되는 파일은 엑셀 파일로 엑셀 파일을 새로 만들며, 전에 만들었던 데이터를 불러오고 또한 저장하게 된다.

마지막으로 프로그램 종료를 누르게 되면 비주얼은 엑셀엑세스를 종료하게 되며, 모든 프로그램 역시 종료하게 된다.

2.2 Sub Menu 2 (입력 사항)

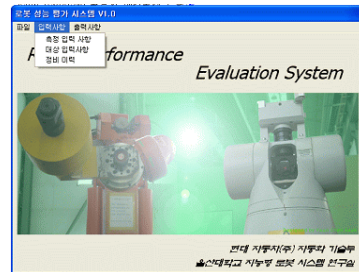


Fig 4. Sub Menu 2(입력사항)

그림 3 은 로봇성능평가 프로그램의 두 번째 Sub menu 인 입력사항 부분을 나타낸 것이다.

입력 사항은 그림에서 보는 바와 같이 3 개의 Sub menu 를 가지고 있으며 로봇, 측정, 장비 이력에 관련된 사항 등을 기입하는 부분이며 입력을 마치게 되면 엑셀의 각각 해당하는 워크시트에 입력됨을 알 수 있다.

입력 사항의 첫 번째 메뉴로서 측정에 대한 외부 환경 정보를 입력하는 곳으로 날짜, 온도, 습도, 기압, 부하 등 측정사항에 관한 정보를 입력하게 된다.



Fig 5. 입력사항 1 - 측정입력사항
입력 사항의 두 번째 메뉴로서 측정 대상에 관

한 정보를 입력하는 곳으로 대상 로봇의 이력에 관한 정보, 로봇의 성능지표, 현 사용중인 로봇의 장소 등등 대상 로봇에 관한 정보를 입력하는 부분이다.

이 입력 역시 처음과 같이 입력하면 위의 사항에 해당하는 엑셀의 워크 시트에 입력된다. 두 번째 입력 창은 다음과 같다.



Fig 6. 입력 사항 2 - 대상 입력사항

입력사항의 마지막 메뉴인 정비 이력입력메뉴가 있다.

이는 대상 로봇의 측정 전까지의 로봇의 특이사항 즉 수리 및 보수 등 로봇에 발생한 일을 적는 입력 창이다.

프로그램 입력 형태는 다음과 같다.

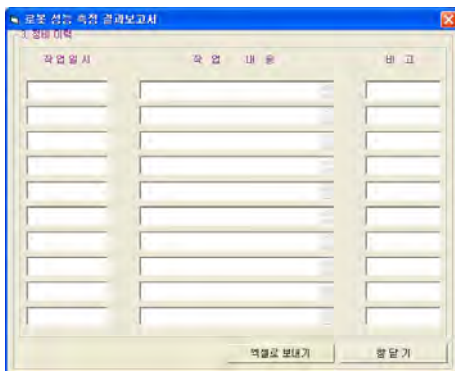


Fig 7. 입력사항 3 - 정비 이력 사항

2.3 Sub Menu 3 (출력 사항)

메인 메뉴의 세 번째 메뉴인 출력사항은 레이저 측정기를 이용하여 ISO 규정에 맞는 로봇 성능 실험 조건을 만족하는 실험 과정을 거쳐 얻은 데이터를 가지고 연산 처리하여 측정 로봇의 성능평가를 나타내게 하는 부분으로 이 프로그램의 매우 중요한 부분을 차지한다.

출력 사항으로는 ISO 규정의 실험조건에 맞는

실험을 하여 연산처리 하여 얻는 측정결과(ISO 9283) 메뉴와 로봇의 각 조인트 동작 즉 각축 동작을 하여 얻은 데이터를 연산처리로 얻는 측정결과(각축 동작)의 메뉴가 있다.

실험은 정지한 로봇의 성능 평가가 아닌 움직이는 로봇의 성능 평가이기 때문에 레이저 측정기를 이용하게 되면 원하는 위치의 데이터 값뿐 아니라 Offline Program 으로 설정한 작업환경을 연속해서 측정하게 된다. 따라서 측정기는 우리가 원하지 않는 많은 데이터를 측정하게 된다.

이에 원하는 포인트를 추출 할 수 있는 알고리즘을 찾아 안정적으로 원하는 포인트를 추출하여 성능평가 연산을 할 수 있게 하여야 한다.

이 포인트 추출 알고리즘⁹을 살펴보면 다음과 같다.

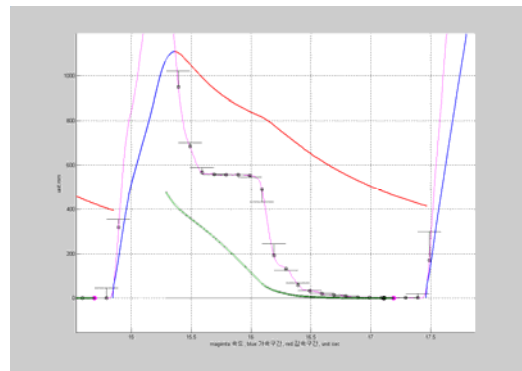


Fig 8. 포인트 추출 알고리즘 적용원리

위의 그림은 레이저 측정기가 실시간으로 로봇의 움직임을 측정한 데이터를 속도 그래프로 나타낸 것으로 속도 지점이 0 에 가까운 점들이 로봇의 지령점에 해당된다. 알고리즘은 항상 이 지점을 선택하도록 해야한다.

그런 이유로 이 지점을 선택하기 위해서 본 논문에서는 다음과 같은 원리를 적용하였다.

감속구간은 지령포스로 감속 접근하는 구간이다. 감속구간에서 속도가 최소인 점을 도달포스로 추출할 수 있는데, 이 경우에는 최선의 도달포스를 추출함으로써 알고리즘에 의하여 최선의 로봇 반복정밀도를 얻게 된다. 이를 피하기 위하여 “최소점”이 아니라 “최소구간”을 구하고 최소구간의 임의의 점을 택하는 방식을 사용한다. 최소구간을 구하기 위하여 먼저 이동구간(Moving Horizon) M_j 을 정의하면 다음과 같다

$$M_j = \{p(j-M), p(j-(M-1)), p(j-(M-2)), \dots, p(j-1), p(j), p(j+1), \dots, p(j+(M-2)), p(j+(M-1)), p(j+M)\}$$

여기서,

M (이동구간크기): 0.5*(하나의 이동구간 내의 측정점의 수 - 1),

M_p (이동주기): 하나의 이동구간의 이동주기,

$p(j)$: 하나의 이동구간 내의 기준 측정점.

위의 알고리즘을 적용하여 추출된 점을 이용하여 로봇 성능 평가를 하였다.

로봇성능평가 프로그램의 출력사항은 위와 같은 처리를 하는 곳으로 다음과 같이 제작되었다.

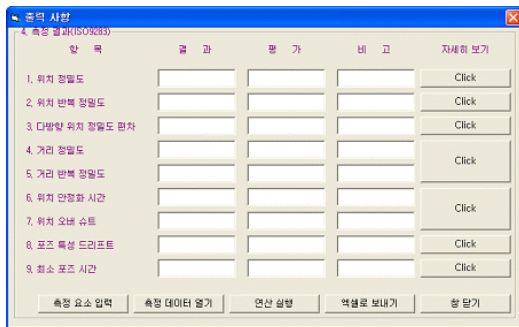


Fig 9. 출력사항 – ISO 9283 성능평가

위의 그림과 같이 출력사항 부분에 로봇의 성능을 평가 할 수 있는 항목들이 있다.

위치 정밀도, 위치 반복정밀도, 다방향 위치정밀도 편차, 거리 정밀도, 거리 반복 정밀도, 위치 안정화 시간, 위치 오버슈트, 최소포즈시간 등 추출 알고리즘으로 추출된 각 점들을 위의 각 항목에 맞는 연산 과정을 거쳐 Overhaul 로봇의 성능 평가를 한다.

연산을 실행하기 앞서 먼저 선행되어야 할 일이 있다. 이는 자동으로 연산하여 출력하기 전에 지령점 자동 추출을 위해서 측정 요소를 입력하는 부분이 있다. 만약 이 작업을 하지 않거나 실험과 다른 요소를 입력하게 되면 엉뚱한 평가 값이 나타나게 된다.

측정 요소 입력란은 다음과 같다.

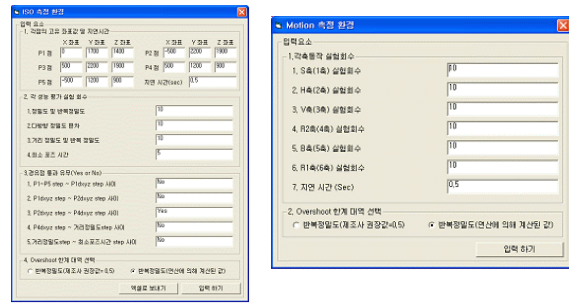


Fig 10. 측정요소 입력 – ISO & 각축동작

ISO의 경우 측정 요소 입력란에는 지령점의 좌표값, 각 평가 실험의 반복 회수, 레이저 측정기를 위한 경유점 통과유무, 또한 Overshoot의 한계대역 선택이 있다.

이와는 달리 각축 동작의 경우 실험의 반복회수와 Overshoot의 한계대역 선택이 있다.

이 입력 작업 역시 입력을 하게 되면 해당하는 엑셀의 워크 시트로 데이터가 입력된다.

또한 오른쪽의 자세히 보기를 선택하게 되면 각 항목에 대한 각 점들의 값을 알 수가 있다.

이 역시 데이터는 엑셀의 워크시트로 입력이 가능하다.

3. 결론

자동 추출 알고리즘을 이용하여 평가 실험에 얻은 수많은 데이터들 중에 원하고자 하는 지령점을 안정적으로 제대로 추출할 수 있었고 그 지령점을 바탕으로 로봇 성능 평가 시스템(RPES) 프로그램을 개발할 수 있었다.

현 프로그램은 Visual Basic으로 제작하였으며, 엑셀과 연동되어 평가 결과를 문서화 시키기에도 용이 하며, 향후 이 문서를 데이터화 시키기에도 용이한 장점이 있다.

또한 지령점 자동 추출 알고리즘을 적용하여 실시간으로 레이저 측정기로 측정된 데이터에서 필요한 데이터를 안정적으로 추출하며 그 데이터를 바탕으로 모든 성능평가 항목을 한번에 연산 처리하여 결과를 얻어내다.

그리고 각축 동작의 대한 평가도 포함되어 있어 로봇의 성능 평가 뿐 아니라 로봇의 각각 하나의 축에 대한 성능을 알아볼 수 있어 각축 모터에 대한 고장 유무 및 튜닝 작업이 가능하다.

위의 프로그램은 현대자동차 Nachi 8608 모델을 기초로 하여 제작되었지만 위의 로봇만이 아닌 다른 회사의 제품을 사용 가능하다.

이러한 범용적인 성격 또한 내포하고 있기에 향후 Overhaul 로봇 뿐만 아니라 일반적인 로봇의 성능평가를 위해서 쓰일 수 있다.

이에 따라서 이 프로그램은 로봇의 성능에 관련

하여 여러 방면에 활용이 가능하며, 데이터화하여 로봇의 성능 변화를 예측, 추정 가능함으로써 산업체의 생산공정에 효율성과 비용에 많은 기여를 할 수 있을 것이라고 생각한다.

후 기

본 연구는 산업자원부 지정 울산대학교 네트워크 기반 자동화 연구센터(NARC) 및 현대자동차의 공동 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

1. KS B 7082: 1999 (ISO 9283: 1998) 산업용 로봇의 특성 · 기능 측정 방법, 한국표준협회, 1999.
2. KS B ISO/TR 13309: 2002 산업용 로봇 - ISO 9283에 따른 로봇 성능 평가를 위한 시험 장비 조작 및 측정 방법, 한국표준협회, 2002.
3. Nachi Robot 8000 AM10, AM11 Controller Maintenance Manual, Nachi-Fujikoshi Corporation.
4. Axyz Training Manual for Trackers, Version 1.4.0, Leica Geosystems Ltd, 2000.
5. eM - Workplace Training (ROB 100), Tecnomatix Technologies Ltd., 2000.
6. Bryan Greenway, "Robot accuracy," Industrial Robot: An International Journal, Vol. 27, No. 4, pp. 257 - 265, 2000.
7. 강희준, 김미경, 윤천석, "재활용 로봇 보증 시스템 개발," 산학특별과제 최종보고서, 울산대학교 네트워크 기반 자동화 연구센터(NARC), 2004.
8. 김미경, 윤천서, 강희준, "Hyundai 8608 Robot 제어기 파라미터 튜닝 방안 연구"
9. 김미경, 윤천석, 강희준, "레이저 트랙커(Leica LTD 500)를 이용한 로봇 성능 평가 시스템 개발"