

PXA255 기반 정전기 예측 임베디드 시스템 개발

변치남, 김강철

전남대학교 컴퓨터공학과

(Electrostatic Prediction Embedded System based on PXA255)

Chi-nam Byeon, Kang-chul Kim

Dep. of Computer Engineering, Chonnam University

E-mail : b2yo3@nate.com

요 약

석유화학산업단지에서는 화재의 위험성이 많은 석유관련 제품을 제조 생산하는 과정에서 화재, 누전, 정전기 등에 의한 폭발사고가 자주 발생하고 있다. 따라서 정전기를 체계적으로 관리하여 폭발사고를 미연에 예방할 수 있는 시스템의 개발이 필요한 실정이다.

본 논문에서는 최소제곱 회귀분석을 기초로 연산에 사용될 샘플의 수를 동적으로 변화시켜 정전기 값을 실시간으로 예측하는 PAD(Prediction Algorithm by Difference of sample value) 알고리즘을 개발하였다. 제안된 PAD알고리즘은 이전 값과 현재 값의 차이를 이용하여 임계값을 기준으로 연산 샘플 개수를 3개로 할 것인지 6개로 할 것인지를 결정한다. 모의실험을 위해 공장에서 산출된 데이터를 사용하여 기존의 LSM(Least Square Method)알고리즘을 통해 연산에 사용될 고정된 샘플수 3, 6, 9개를 모의실험 한 결과 95% 신뢰확률에서 표준편차 75.17843, 81.13392, 107.3173을 각각 얻었다. PAD는 95% 신뢰확률에서 표준편차 73.18161을 나타내 기존의 방법보다 우수한 결과를 보였다.

ABSTRACT

This paper proposes an algorithm that predicts current electrostatic charge in a factory. The algorithm based on LSM(Least Square Method) dynamically takes the number of sample while calculating the value of electrostatic charge. The simulation results show that the proposed algorithm gains 73.18161 standard deviation with 95% trust probability and is better than conventional algorithm. We design the electrostatic prediction embedded system based on pxa255 with the proposes algorithm.

키워드

PAD, Least Square Method, Embedded System

1. 서 론

석유화학산업단지에서는 화재의 위험성이 많은 석유관련 제품을 제조 생산하는 과정에서 화재, 누전, 정전기 등에 의한 폭발사고가 자주 발생하고 있다. 화재나 누전에 의한 사고는 예방 설비를 설치하거나 작업자의 교육에 의하여 폭발을 예방할 수 있으나, 정전기에 의한 화재나 폭발은 정전기의 체계적인 관리의 어려움 때문에 계절에 따라 습도만을 조절하거나 폭발이 발생한 후에 처리하는 후처리방법을 사용하고 있다.^[1] 따라서 정전기를 체계적으로 관리하여 폭발사고를 미연에 예방할 수 있는 시스템의 개발이 필요한 실정이다.

다.

본 논문에서는 정전기 센서로부터 입력된 데이터를 통계적으로 처리하여 폭발의 위험성이 있을 경우에 미리 경고 신호를 발생하여 공장 관리자에게 휴대폰으로 경고 메시지를 보내는 정전기 모니터링 임베디드 시스템을 개발한다. 본 논문은 이러한 기본적인 아이디어를 기반으로 제II장에서는 정전기 예측 알고리즘에 대하여 기초 알고리즘과 진보된 알고리즘에 대하여 논의할 것이다. 제III장에서는 정전기 제어 임베디드 시스템의 전반적인 구성에 대해 논의한다. 제IV장에서는 앞서 논의된 기존의 알고리즘과 진보된 알고리즘에 대해 비교를 통하여 가장 좋은 알고리즘을 선택하고, 제V장에서 결

론을 내리는 것으로 진행한다.

II. 본 론

예측 알고리즘은 최소자승법을 기초로 데이터의 변화폭에 따라 최소자승법에 사용되는 표본 데이터의 수를 변화시키는 새로운 기법을 사용하였다. 9개, 6개, 3개의 표본 데이터를 사용하는 최소자승법을 전 시간영역에 대하여 각각 모의실험을 수행하여 1초 후 정전기 크기를 예측하였다. 그림1은 least square method의 흐름도이다.^[2,3]

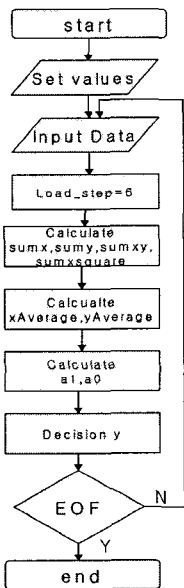


그림 1. LSM 알고리즘 흐름도

가. 기존 알고리즘의 문제점

본 논문에서는 최초 3, 6, 9개의 연산에 사용될 연산샘플 개수를 이용하여 시뮬레이션 하였다. 연산에 사용될 연산샘플 개수를 고정적으로 실험한 방법은 3개, 6개, 9개를 각각 고정하여 시뮬레이션 하였다. 예측 상승 구간 61~106을 기준으로 위 3가지 중 가장 윤택한 성능을 보이는 데이터의 개수 3개를 우선 선택하였다. 연산 데이터의 개수 3개와 실제 데이터 폭선을 비교해 보았지만, 다소 차이가 많았다. 즉 예측이 좋은 부분과 좋지 않은 부분의 차이가 심하다는 것이다. 일정 부분에서는 거의 정확하게 예측을 하지만, 다른 부분에서는 다소 차이가 심했다. 데이터의 개수에 따라 예측 결과의 차이가 있었고, 그 결과들은 각각 3개, 6개의 일정 부분에서 정확한 예측 결과를 보였다.

나. 제안한 알고리즘

예측알고리즘은 최소자승법을 기초로 9, 6, 3개

의 표본 데이터를 사용하는 최소자승법을 전 시간영역에 대하여 각각 모의실험을 수행하여 1초 후 정전기 크기를 예측하였다. 시뮬레이션 결과 6개가 가장 근사한 폭발 곡선을 보였고, 각 부분별로 예측 하였을 때 3개는 변화율이 심하여 순간 증폭되는 구간에 적합했고, 6개는 3개보다는 좀 더 완만한 경사에, 9개는 기울기가 거의 없는 부분에 적합했다. 본 논문에서는 정전기의 양이 갑작스런 증가로 인한 폭발 위험을 예측 하는 부분 이므로, 상승 구간을 대상으로 예측을 고려하였으며, 이하 각 모의실험에서는 예측 상승 구간 61~106을 기준으로 한다.

제안알고리즘 PAD(비교차이 알고리즘)는 기존 최소자승법 방식이 연산에 사용될 연산샘플 개수에 따라 폭발 곡선의 유사도가 달랐다는 것을 착안하여 현재의 값과 진행 되는 다음 값의 차이를 계산하여 차이값 200을 기준으로 200보다 크면 연산 데이터 개수 3개를 이용하여 예측하고, 200 이하이면 연산 데이터 개수 6개를 이용하여 스텝을 동적으로 교체하여 1초 후 폭발 곡선을 예측한다.

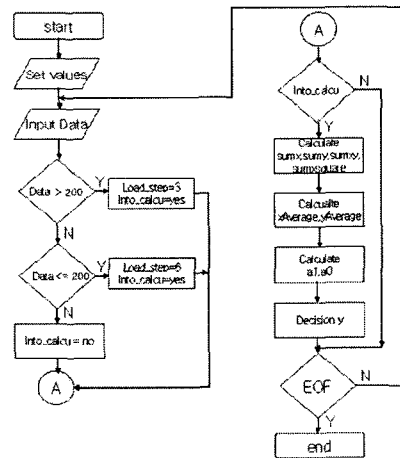


그림 2. PAD 알고리즘 흐름도

III. 정전기 제어 임베디드 시스템 구성

본 논문에서 연구되고 있는 경고 알람 시스템은 센서 측에서 전송받은 실시간 데이터를 예측 시스템에서 수신 받아 사전에 미리 위험성을 예측하여 사용자에게 미리 문자 전송을 함으로써, 유사시 신속히 경고하는 시스템이다.

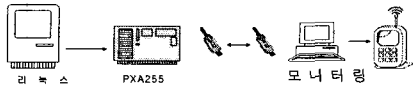


그림 3. 시스템 구성도

위 그림3은 시스템 전체 구성도이다. 실시간 데이터 전송은 이미 검증된 안정된 통신방식인 RS232C 통신을 채택했다. PC측과 예측 시스템은 RS232C 통신 케이블로 연결 되어있다. 예측 시스템은 내부적으로 RS232C 인터페이스가 완전하게 구성 되어 있지 않으므로, RS232C Driver를 추가적으로 결합시켰다. PC측과 예측 시스템은 PC측의 serial 포트에서 RS232C 케이블을 거쳐 예측 시스템의 RS232C Driver, 예측 시스템 serial 포트를 통하여 예측 프로그램과 연결된다.

예측 시스템과 모니터링 시스템간의 연결은, 예측 시스템의 serial 포트에서 RS232C Driver 그리고 무선 블루투스 동글(Donggle)을 거쳐 모니터링 시스템 측의 무선 블루투스 동글과 연결된다.

모니터링 시스템과 핸드폰은 인터넷 소켓 통신을 이용하여 핸드폰 문자서비스 대행업체 웹페이지와 연동된다.^{[4][7]}

PC측은 serial 포트를 통하여 1초에 한 개씩 원본 데이터를 계속해서 전송하게 되고, 예측시스템은 예측 프로그램으로 매초 마다 전송 받은 데이터를 바탕으로 예측하게 된다. 예측된 데이터는 다시 시리얼 통신을 이용하여 블루투스 무선 통신을 통하여 단계별 위험 경고 종류를 모니터링 시스템으로 전송한다.

모니터링 시스템은 전송받은 경고 종류를 판단하여 사용자의 핸드폰으로 해당 위험 경고 문자를 전송하게 된다.

IV. 모의실험 및 결과

가. 정전기 크기의 예측

1) 표본 데이터 3개

최소자승법은 평균값을 바탕으로 예측하기 때문에 동일한 데이터가 계속 반복되면 표본 데이터 개수가 적을수록 원본 데이터에 근접한 결과를 얻을 수 있다. 즉 3개 입력 데이터 중 1개라도 다소 차이가 심하다면 전체적인 평균에 미치는 영향은 크다는 것이다. 최근 입력 데이터들에 대해 민감하게 반응하게 되므로 급변하는 데이터에 적합 하므로 갑자기 증가하는 부분에 적합하다.

데이터가 동일한 값이 계속될 때 2스텝 후 동일한 예측 하였지만, 변화율이 심한 데이터에 대한 값에 대해서는 2스텝 이후에도 계속해서 원본과 비교하여 많은 차이가 있음을 알 수 있었다.

또, 동일한 데이터에서 매우 정확한 정밀도를 나타냈다 하더라도 쉽게 단정해서는 안 된다. 앞에서 언급한 바와 같이 연산 데이터의 개수가 단지 적어서 빨리 원본데이터를 예측한 것처럼 보이지

만, 동일한 데이터가 아닌 변화율이 심한 데이터라면 예측되는 값은 상당히 불안정한 상태를 가지게 된다. 원본데이터와 예측 결과 값에 대한 유사도를 측정하기위해 표준편차를 이용하였다. 본문에서는 정전기 폭발 곡선과 예측 상승 곡선의 유사도만 고려한다.

표본 데이터 3개를 이용한 95%신뢰확률의 표준편차는 75.17843이다.

2) 표본 데이터 6개

표본 데이터 6개를 사용했을 때는 동일한 데이터에서는 3개를 이용한 것보다 덜 민감한 결과 예측을 하였다. 변화율이 심한 데이터에서는 3개를 이용한 것보다 더 근사치를 예측 하였다. 즉 표본 데이터 6개는 표본 데이터 3개 보다는 급격히 변화 하지 않으므로 변화가 심한 부분에서 조금 더 근접한 예측을 하였다.

스텝3에 비해 동일한 데이터가 입력되는 부분의 예측 정확도가 다소 떨어지는 것을 볼 수 있다. 변화율이 심한 데이터에서도 스텝3보다 다소 늦은 진행을 보였으며, 전체적인 표준편차는 스텝3이 성능이 더 좋은 결과를 보이고 있다. 하지만 스텝3은 굴곡이 심하고 입력 값의 변화가 거의 없다면 좋은 결과를 보이나, 입력값의 변화율이 다소 많이 차이가 난다면 격차가 심한 불안정한 곡선의 형태를 보인다. 이에 비해 스텝6은 스텝3보다 무난한 곡선 형태를 보였고, 표본 데이터 6개를 이용한 95% 신뢰확률의 표준편차는 81.13392이다.

3) 표본 데이터 9개

표본 데이터 9개는 예측 데이터가 원본 데이터를 근접하는데 다소 늦다. 표본 데이터 9개는 표본 데이터 3개와 반대로 입력 데이터 값의 변화에 따른 평균 변화가 적어서 동일한 데이터에서나 변화율이 심한 데이터에서도 예측이 늦어지는 것을 알 수 있었다. 스텝9는 스텝6에 비해 더 부드러운 곡선을 나타내지만 표준편차에서 유사도가 다소 떨어지는 것을 볼 수 있었다.

표본 데이터 9개를 이용한 95%신뢰확률의 표준편차는 107.3173이다.

4) PAD 알고리즘

PAD는 샘플데이터 개수를 6개, 3개로 번갈아가면서 지금까지 설명했던 3가지 방법을 동적으로 이용함으로써, 값이 동일할 때 빨리 예측 값을 찾는 장점과, 최고 정점에 이르기 전에 미리 원본 정점 데이터 보다 더 큰 값을 예측함으로써, 경고 시점을 사전에 알 수 있다. 6개, 3개를 구분하는 데이터의 차이 값은 200이다. 차이 값 200을 기준으로 연산 데이터 개수를 동적으로 3개, 6개로 변화 시켰다.

비교차이 알고리즘을 이용한 예측 결과는 95% 신뢰확률의 표준편차는 73.18161이다.

표 1. PAD를 이용한 정전기 예측값

x	y	PAD		
		예측	적용스텝	차이
74	1450	1583	3	133
75	1800	1650	6	150
76	1900	2016	3	116
77	2100	2220	6	120
78	2300	2373	6	73
79	2300	2513	6	213
80	2600	2570	6	30
81	2600	2700	3	100
82	2850	2800	6	50
83	3050	2933	3	117
84	3200	3156	6	44
85	3700	3376	6	324
86	3800	3966	3	166

표1은 PAD의 알고리즘의 적용한 표이다. 본 논문에서는 가장 이상적인 적용스텝은 스텝3과 스텝6이 적재적소 골고루 분포되면서, 우수한 결과를 얻는 것이 목표이다. 표를 보면 알 수 있듯이 PAD는 이상적인 적용 스텝에 가장 근사하면서 우수한 결과를 보였다.

V. 결 론

지금까지 표본데이터 개수와 표본데이터 차이 알고리즘으로 시물레이션 하였다. 표2에서는 각 시물레이션의 상승 곡선에 대한 표준 편차를 보여준다. 우리는 정전기 폭발곡선 중 상승곡선에 대한 유사도를 고려하기 때문에 상승 곡선에 대한 표준편차에 대해 고려하였다.

표 2. 각 시물레이션에 대한 표준편차

3개	6개	9개	PAD
75.17843	81.13392	107.3173	73.18161

지금까지 우리는 표본데이터 3개, 6개, 9개를 사용했으며, PAD가 가장 좋은 결과를 보였다. 표본데이터를 1초로 정한 상태에서 시물레이션 하면 전체적인 유사도는 3개가 가장 좋았고, 6개, 9개 순이었다. PAD에서 사용될 수 있는 것은 표본데이터 3개와 6개의 방법을 선택 하였다. 표본 데이터 3개와 6개가 선택된 이유는 표2에서 표준편차의 차이가 극단적으로 차이가 나지 않는다는 것이다. 즉 서로 단점을 보상 해줄 수 있는 형태라는 것이다. 표본데이터 9개는 6개와 차이가 심하므로 보상해줄 수 있는 부분이 극히 드물기 때문에 좋은 예측 결과를 얻어 내지 못했고, 표본데이터 3개와 6개를 적절히 혼합한 PAD가 가장 좋은 실험 결과를 보였다.

끝으로 본 논문에서는 원본 데이터를 획득시

최대한 많은 양의 원본 데이터를 시물레이션 데이터로 사용해야 한다. 원본 데이터양이 적을수록 단편적인 데이터만을 이용하여 시물레이션 하기 때문에 이론상의 예측과는 동떨어진 결과를 예측할 우려가 있기 때문이다. 표본 데이터들이 단편적일수록 표본 데이터 3개를 이용한 시물레이션이 가장 좋은 유사도를 나타냈다. 데이터가 단편적이지 않고 계속 연계성이 있는 데이터라면 표본 데이터 개수는 3개보다 더 많은 표본 데이터 개수에서 더 좋은 결과를 보일 것이다.

참고문헌

- [1] N.V.P.R. Durga Prasad, T. Laskshminarayana, J. R. K. Narasimham, Thenmozhi M. Verman, and C. S. R. Krishnam Raju, "Automatic Control and Management of Electrostatic Precipitator", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 35, NO. 3, pp. 450-483, MAY 1999
- [2] 김희철, 선형회귀분석 입문, 한울출판사, pp. 234-403, 2006
- [3] Montgomery, Douglas C. Peck, Elizabeth A. Vining, Introduction to Linear Regression Analysis, John Wiley & Sons Inc, pp. 40-75, 2007
- [4] Rui Wang and Shiyuan Yang, "The Design of a Rapid Prototype Platform for ARM Based Embedded System", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 50, No. 2, pp. 210-250, MAY 2004
- [5] Raghavan, P, Aerbach, Embedded Linux System Design And Development, pp. 150-322, 2005
- [6] Marwedel, Peter, Embedded System Design, Springer-verlag New York Inc, pp. 60-170, 2005
- [7] Wayne Wolf, Computers as Components: Principles of Embedded Computing System Design, Morgan Kaufmann Pub, pp. 200-320, 2000