

다양한 형태의 부저항 특성을 갖는 재료에 대한 실시간 피크저항 검출

김대영, 이건영
 광운대학교 전기공학과

Real Time Peak-Resister Value Detection for Materials
 Having Negative Temperature Coefficient Properties of Various Shape

Dae Young Kim, Keon Young Yi
 Dept. of Electrical Eng. Kwangwoon University

Abstract - 전도성 플라스틱과 같이 부저항 특성을 갖는 재료를 발열 체로 응용한 시스템을 제어하기 위해 피크저항의 검출이 요구된다. 재료의 전기저항은 내외적인 요소에 의해 다양한 형태를 나타낸다. 또한 전력을 가해준 시간에 따라 특성이 변화하므로 신속히 피크저항을 검출해야 한다. 본 논문에서는 삼각형을 이용한 실시간 피크저항 검출 알고리즘을 제안하고 시뮬레이션을 통해 이용 가능성을 확인한다.

1. 서 론

최근 고분자(polymer)를 다루는 기술이 발전하면서 플라스틱의 용도가 크게 바뀌고 있다. 플라스틱이 열을 전달하는 소재로 이용되면서 열전도성 플라스틱을 이용한 다양한 상품이 개발되고 있다. 열전도성 플라스틱은 온도나 습도, 화학반응 등에 따라 전기저항이 변화하는데 일반적으로 부저항(負抵抗) 특성을 갖는다. 부저항이란 온도가 상승하면 저항이 작아지는 현상을 말한다. 부저항 특성을 갖는 재료에 전력을 공급하면 전기저항은 시간이 지남에 따라 재료마다 다양한 형태를 나타낸다. 심지어 동일한 재료일지라도 제조공정, 접촉저항, 주변온도 등에 따라 저항 값은 편차를 보일 수 있다. 이 재료들을 응용한 시스템 제어를 위한 재료의 특성 중에 유용한 것으로 피크저항을 들 수 있다. 예를 들면, 피크저항일 때 제어를 시작한다든지 피크저항으로부터 수초 후에 제어를 정지하는 등의 작업이 가능하다. 피크저항은 실시간으로 검출해야 하는데 적당한 제어시점을 놓치면 재료의 부저항 특성이 변화되거나 사라지기 때문이다. 또한 신속한 피크저항의 인지는 재료파괴를 미연에 방지할 수 있고 제어 시스템의 관점에서 응답성을 향상시킨다. 피크저항은 후처리(post-processing)가 아닌 실시간으로 감지하므로 짧은 구간의 샘플만을 보고 지역 피크(거짓 피크)를 실제 피크로 감지할 수도 있다. 이러한 지역 피크를 무시하고 실시간으로 전체 시간에서 실제 피크저항을 검출하는 방법이 필요하다.

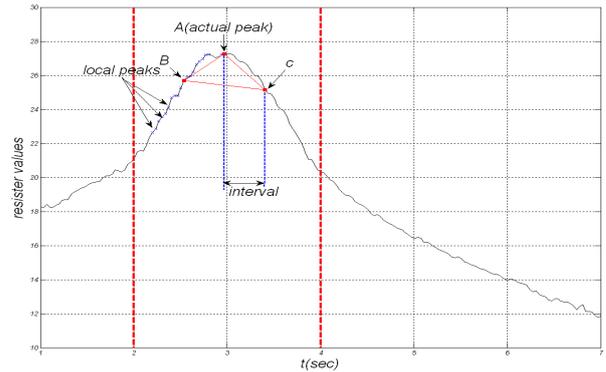
전통적으로 피크를 검출하는 방법은 피크를 검출하고자 하는 샘플 주변의 경사 변화에서 제로크로싱(zero-crossing)을 감지하는 방법이 있다.[1] 이 방법은 실시간으로 사용하기에 유리하지만 평탄한 영역을 무시하고 모든 피크들을 검출하기에 본 연구에 적합하지 않다. 쓰레드홀드(threshold) 이용하는 방법[2]은 환경 조건에 따라 부저항의 오프셋이 발생하기 때문에 이용하기에 부적합하다. 이 외에 모멘텀을 기반으로 하는 피크 검출 알고리즘[3]과 휴리스틱 기법을 이용한 알고리즘[4] 등이 있다.

본 논문에서는 부저항의 재료의 저항 곡선에서 삼각형을 이용하여 피크저항을 검출하는 알고리즘을 제안하고자 한다. 실제 전도성 플라스틱으로부터 측정된 저항 데이터를 이용해 시뮬레이션을 수행하였다.

2. 본 론

2.1 부저항의 피크저항 검출 알고리즘

피크저항 검출 알고리즘은 3가지 조건을 만족시켜야 한다. 첫째는 실시간으로 지역 피크 저항을 무시하면서 실제 피크 저항을 검출하는 것이고, 둘째는 최대한 짧은 구간의 샘플 데이터를 분석하여 피크저항을 검출하는 것이다. 마지막 조건은 저항의 오프셋이 발생하더라도 피크저항을 검출하는 것이다. 위 조건을 만족하기 위해서 제안된 알고리즘은 <그림 1>에서 보인 바와 같이 부저항 곡선에서 2차 구간이 2차 함수(포물선 함수) 형태와 유사한 점에 착안한 것이다. <그림 1>은 피크저항에 일정 구간(interval) 떨어진 저항 값을 선으로 연결하여 삼각형을 그릴 것이다. 이 삼각형의 넓이(S)는 피크저항일 때 최댓값이 되고, 선분 AB와 선분 AC의 길이의 비율(R)은 지역피크에 비해 1에 가까운 값이다. 그러므로 S 와 R을 곱한 SR의 임계값을 이용해 좌우대칭이 맞지 않는 지역피크들을 걸러낼 수 있다. 재료에 가해진 전력에 따른 S, R 그리고 SR은 사전실험을 통해 경험적으로 알 수 있다. 여기서 삼각형의 넓이는 헤론의 공식을 이용해 구한다.



<그림 1> 부저항 곡선

2.1.1 제안된 알고리즘의 의사코드

피크저항 검출 알고리즘은 이해하기 쉽도록 다음과 같은 의사코드로 표현한다.

1. interval, resister_value, R_limit, SR_lower, SR_upper는 파라미터이다.
2. interval은 삼각형을 만들기 위한 구간으로 선분 BC의 시간 영역에서 1/2이다.
3. resister_value는 실시간으로 입력되는 전기저항의 값이다.
4. sample_index는 샘플링 번호이고 초기 값은 0이다.
5. R_limit는 선분 AC와 AB의 비율의 한계값이다.
6. SR_lower는 SR의 최저한계이고 SR_upper는 최대한계이다.
7. local_peak_r = 0
8. if local_peak_r < resister_value then
9. local_peak_r = now_r
10. local_peak_index = resister_value
11. end
- 12.
13. if local_peak_index + interval == sample_index then
14. S is width of $\triangle ABC$
15. if \overline{AB} is bigger than \overline{AC} then
16. R is the ratio of \overline{AC} to \overline{AB}
17. else
18. R is the ratio of \overline{AB} to \overline{AC}
19. end
20. if R > R_limit then
21. if SR > SR_lower and SR < SR_upper then
22. local_peak_r is actual peak.
23. end
24. end
25. end
26. Increment sample_index

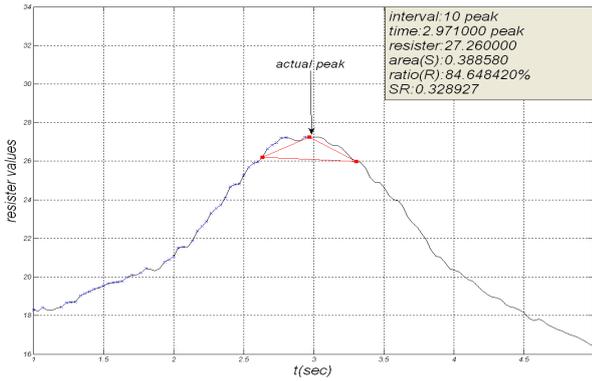
2.2 실험 및 결과

실제 측정된 전도성 플라스틱의 부저항 샘플링 데이터를 기반으로 MATLAB 시뮬레이션을 통해 제안된 알고리즘의 성능을 확인해보았다.

2.2.1 오프셋과 노이즈에 대한 성능 실험

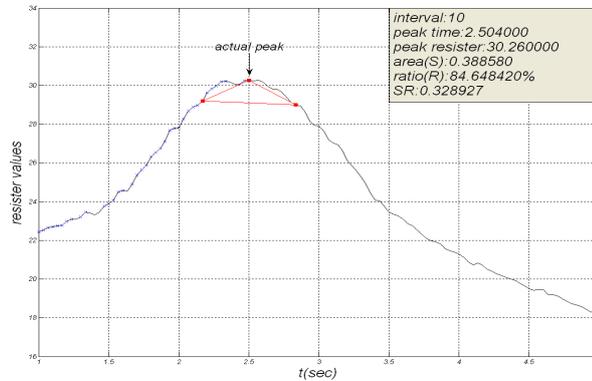
동일한 샘플링 데이터를 이용해 오프셋과 노이즈에 대한 피크저항의 검출여부를 확인하는 실험이다. 시뮬레이션 파라미터는 interval=10, SR

>0.3 and SR < 1, R > 0.8으로 설정한다.



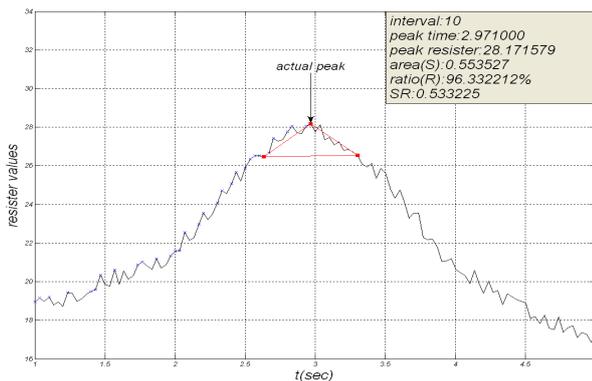
<그림 2.1> 부저항 곡선에서 피크 검출

<그림 2.1>같이 삼각형의 개수는 1개이고 삼각형의 넓이(S)는 0.390, 삼각형의 비율(R)은 84.65%로 나타났으며 전체 시간에 대한 피크저항을 실제 피크저항으로 검출하였다.



<그림 2.2> 오프셋이 있는 부저항 곡선에서 피크 검출

<그림 2.2>는 샘플링 데이터에 저항(+3)과 시간(-0.5) 오프셋을 더한 데이터로부터 시뮬레이션을 수행한 결과이다. 전체 시간에 대한 피크저항을 실제 피크저항으로 검출하였고, 삼각형의 넓이와 비율은 동일했다. 즉, 제안된 알고리즘에서 저항의 오프셋은 피크 검출에 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

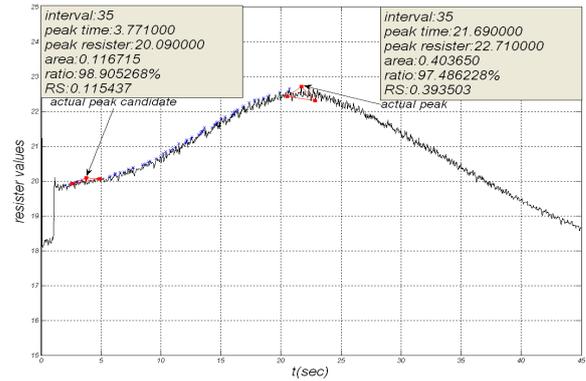


<그림 2.3> 노이즈가 결합된 부저항 곡선에서 피크 검출

샘플 데이터에서 임의의 노이즈를 합성한 데이터로부터 시뮬레이션을 수행한 결과는 <그림 2.3> 같으며, 노이즈로 인해 삼각형의 넓이와 비율은 약간 변화되었지만, 그 결과가 시뮬레이션 파라미터의 임계치를 벗어나지 않기 때문에 피크저항은 검출되었다.

2.2.2 interval에 따른 피크 검출 시간에 대한 실험

시뮬레이션 파라미터인 interval을 변화시켜 가면서 interval에 따른 S, R, SR의 결과값을 확인하고 피크저항을 검출하기에 적당한 interval을 찾는 실험이다.



<그림 3> interval에 따른 부저항 곡선

<그림 3>과 같이 경사도가 낮고 전체 시간이 긴 경우에는 interval을 크게 설정함으로써 피크저항을 검출할 수 있다. interval을 얼마로 설정하는지에 따라 피크저항 검출시간이 좌우되기 때문에 interval을 적당히 선정해야 한다. interval이 클수록 피크저항 검출의 신뢰도는 커진다.

<표 1> interval에 따른 삼각형의 패턴

interval	삼각형의 수	삼각형 넓이(S)	삼각형비율(%)	SR(SxR)
20	6	0.164150	97.624134%	0.160250
25	4	0.236550	91.954600%	0.217519
30	2	0.065000	99.935296%	0.064958
35	2	0.403650	97.486228%	0.393503
40	2	0.207200	99.795710%	0.206777
45	2	0.300000	99.651324%	0.298954
50	2	0.576150	98.239314%	0.566006
55	2	0.561200	99.040975%	0.555818
60	1	0.600000	99.124412%	0.594746
65	1	0.748650	99.785861%	0.747047
70	1	0.807300	99.559056%	0.799874
75	1	1.012500	99.559056%	1.008035

피크 저항은 <표 1>에서 삼각형이 1개만 나오는 interval을 설정하면 검출 할 수 있었다. 피크저항 검출 시점을 앞당기기 위해 interval 따른 피크저항 곡선의 사전정보를 이용해 R, SR의 임계치를 적당히 선정하여 interval 60에서 피크저항을 검출 할 수 있었다. 일정한 패턴을 갖는 다른 부저항 곡선에서는 삼각형의 개수가 2개 이상인 interval에서도 R, SR의 임계치를 조정하여 피크저항 검출 시점을 앞당길 수 있었다.

3. 결 론

본 논문에서는 부저항을 갖는 재료의 특성 곡선에서 피크저항을 검출하는 알고리즘을 제안하였고 그 성능을 MATLAB 시뮬레이션을 통해 확인하였다. 부저항 곡선에 접하는 삼각형의 비율(R)과 SR의 임계치를 설정함으로써 오프셋 혹은 노이즈가 결합된 곡선으로부터 피크저항이 검출됨을 확인하였다. 또한 사전지식을 바탕으로 한 곡선의 형태에 따라 interval을 설정함으로써 피크저항의 검출시점을 앞당길 수 있었다.

[참 고 문 헌]

[1] G. M. Nijm, A. V. Sahakian, S. Swiryn, and A. C. Larson, "Comparison of Signal Peak Detection Algorithms for Self-Gated Cardiac Cine MRI," Computers in Cardiology 2007, 2007.
 [2] M. Ma, A. v. Genderen, and P. Beukelman, "Developing and Implementing Peak Detection for Real-Time Image Registration," Proceedings of the 16th Annual Workshop on Circuits, Systems & Signal Processing (ProRISC2005), pp. 641-652, 2005.
 [3] K.Harmer, G.Howells, W.Sheng, M.Fairhurst and F.Deravi, "A Peak-Trough Detection Algorithm Based on Momentum," Image and Signal Processing, 2008. CISP '08. Congress on, vol. 4, pp. 454-458, 2008.
 [4] B. S. Todd, "An Algorithm for the Detection of Peaks and roughs in Physiological Signals," Oxford University Computing Laboratory Technical Report, vol. TR-31-97, 1997.