e-Textile Fabric Area Network 에서 브릿지 노드를 이용한 네트워크 확장 방식

노경주*, 이형선**, 선우존**, 조일연**
*한국전자통신연구원 그린컴퓨팅연구부 웨어러블컴퓨팅연구팀
e-mail : kjnoh;hslee77;bistdude;iycho@etri.re.kr

Expansion Method Using Bridge Module in e-Textile Fabric Area Network

KyeongJu Noh*, HyunSun Lee, Jhon SunWoo, Illyeon Cho**
* Electronics and Telecommunication Research Institute Green Computing Department

요 약

본 논문은 웨어러블 플랫폼 구성 기술로써 e-Textile Fabric Area Network (e-FAN) 시스템을 소개하고, e-FAN 시스템에서의 브릿지 노드를 이용한 네트워크 확장 방법을 제안한다. E-FAN 은 직물 소재의 제품에 센서, 엑츄에이터, 프로세서 등의 다양한 정보 처리 유닛이 전도성사로 연결되는 구성되는 네트워크이다. 본 논문은 이러한 e-FAN 시스템에서의 e-FAN 브릿지 노드 (e-FAN Bridge Node; e-FANBN)을 활용한 네트워크 확장 방법을 제시한다. E-FAN 브릿지 노드를 활용한 네트워크 확장 방법을 통하여 다양한 종류의 전도성사를 통신 매질로 하는 네트워크 세그먼트를 통합하여 내고장성을 지원하는 네트워크로 확장한다.

1. 서론

최근의 IT 산업은 IT 제품의 사용자의 보다 편리한 일상 생활을 목표로 진행되고 있다. 사용자의 개인화 서비스의 일환으로써, 웨어러블 플랫폼을 활용한 스마트 의류와 e-Textile 에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[2]. 스마트 의류는 기존의 의복 고유의 기능에 전자적인 기능이 추가되어 보다 지능화된 서비스를 제공 할 수 있는 전자 의류를 일컫는다. e-Textile 은 스마트 의류에 전자적인 속성을 부여하기 위한 지능화된 기능을 포함하는 직물이다. 스마트 의류에 대한 기존의 연구로서 의복 환경에서 기존의 통신 매체를 전도성사(conductive yarn)으로 대체하고자 하는 시도가 많다[1, 2, 3]. 또한, 스마트 의류에서 격자 네트워크(grid network)나 원형 네트워크(ring network) 토폴로지에서의 패킷 라우팅에 관한 연구[4]나 내고장성을 위한 자원의 중복 배치에 관한 연구[5] 등이 있었다. 하지만, 스마트 의류에서 네트워크 관점에서의 네트워크 확장에 관한 연구는 많지 않다.

본 논문에서는 웨어러블 플랫폼을 위해서 e-Textile Fabric Area Network (*e-FAN*)를 소개한다[1]. E-FAN 에서는 센서, 액츄에이터, 프로세서 등의 다양한 정보 처리 장치를 전도성 섬유를 통해 연결하고, 연결된 전도성 섬유를 통신 매체로 사용하여 장치들이 상호 통신한다. 전도성 섬유와 정보 처리 장치는 직물기반의 제품에 박음질이나 직조의 방식으로 장착되거나 임베디드 될 수 있다. e-FAN 시스템에서는 전도성사를 통신 매질로 하여 장치간의 통신을 지원하기 위하여 물리계층과 데이터링크 계층을 정의한다.

전도성사를 통신매질로 사용하여 직물기반의 제품에 배치되는 e-FAN 시스템은 다음의 요구사항을 만족하여야 한다.

- 내구성: 스마트 의류에 배치되는 e-FAN 시스템에서는 사용자의 움직임에 의해서 통신 선로의 변화가 발생 될 수 있다. 외부의 자극은 의류에 배치된 통신 선로의 일시적인 변화나 의복의 훼손에 의한 통신 선로의 영구적인 야기 할 수 있다. e-FAN 시스템은 이러한 일시적인 통신 선로의 변화를 극복하고 훼손되지 않는 나머지 부분의 네트워크 모듈은 정상 동작 할 수 있는 내고장성을 지녀야 한다.
- 유연성: e-FAN 에서는 통신 매체로 사용하는 특정 종류의 전도성사를 정의하지 않는다. e-FAN 에서는 사용되는 전도성사의 특성으로 1Kbps~10Mbps 의 밴드위드, 100um 이하의 두께, 10~500Ω/m 의 저항도의 특성을 정의한다. e-FAN 에서는 이러한 특성을 만족하는 다양한 종류의 전도성사를 수용하고, 이러한 전도성사로 구성되는 다양한 네트워크 토폴로지를 수용하여야 한다.
- 유지보수성: 배치된 e-FAN 시스템에서는 e-FAN 이 배치된 제품에 대한 사용자의 유지, 보수, 확장의 요구가 있을 경우에, 이를 수용 할 수 있어야 한다.

[1] This work was supported by the IT R&D program of MKE/KEIT, [2008-F-048, Wearable Personal Companion for u-computing collaboration]

본 논문에서는 스마트 의류를 구성하기 위한 e-FAN 을 소개하고, e-FAN 브릿지 노드(e-FANBN)을 활용한 네트워크 확장 방법을 제안한다. 2 장에서는 e-FAN 시스템 및 e-FAN 브릿지 노드를 소개하고, 3 장에서는 브릿지 노드를 활용한 e-FAN 네트워크 확장 방법을 기술하고, 4 장에서 결론을 맺는다.

2. e-Textile Fabric Area Network

(그림 1)은 e-FAN 시스템의 구조와 e-FAN 의 일반 노드와 브릿지 노드의 구성요소에 대한 그림이다. e-FAN 시스템에서 각 노드는 시리얼 버스 형태 전도성 사를 통신 매질로 사용하여 상호 통신한다.

각각의 e-FAN 노드는 전도성사를 통해 신호를 송수신 하는 트랜시버를 포함한다. 또한, e-FAN 링크 계층은 시간 제한에 민감한 동작을 하드웨어로 구현한 컨트롤러와 상위의 데이터링크 동작을 구현한 부분이 포함된다.

e-FAN 노드들은 다시 일반 노드와 브릿지 노드로 구분된다. 일반 e-FAN 노드에는 센서, 액츄에이터, 프로세스와 같은 장치들이 연결되어 e-FAN 을 통하여 정보를 교환 할 수 있다. e-FAN 브릿지 노드는 다른 정보 장치와 연결되지 않고, e-FAN 네트워크 세그먼트를 연결하는 기능을 수행한다. e-FAN 브릿지 노드는 연결된 네트워크 세그먼트간에 패킷 릴레이를 수행하여 서로 다른 네트워크 세그먼트에 속하는 e-FAN 노드 간에 데이터를 교환 할 수 있도록 한다.

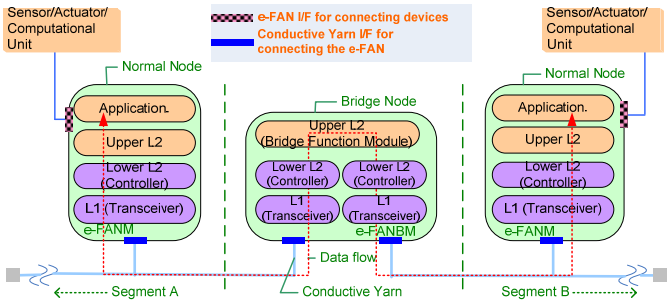

그림 1. e-Textile Fabric Area Network (e-FAN)

3. e-FAN 브릿지 노드를 사용한 네트워크 확장

본 논문에서 제안하는 e-FAN 브릿지 노드를 활용한 하나의 e-FAN 시스템은 하나 이상의 e-FAN 네트워크 세그먼트로 분리된다. 동일한 전도성사를 통신 매질로 사용하는 네트워크 모듈이 하나의 네트워크 세그먼트가 될 수 있고, 네트워크 세그먼트들은 e-FAN 브릿지 노드를 통해 연결되어 연동된다.

e-FAN 브릿지 노드를 사용한 e-FAN 네트워크 확장 방법을 통하여 스마트 의류에서의 내구성 증대를 기대할 수 있다. 즉, 통신 선로의 고장이 생긴 네트워크 세그먼트를 e-FAN 브릿지 노드에서 즉각적으로 폐쇄시킴으로써 전체 네트워크에 줄 수 있는 악영향을 최소화하고, 나머지 네트워크 세그먼트를 정상 동작 할 수 있도록 한다. 또한, 이러한 e-FAN 브릿지 노드를 사용함으로써 서로 다른 전도사를 통신 선로로 사용하는 네트워크 세그먼트를 서로 연결하거나 추가하여 e-FAN 네트워크를 확장함으로써 유연성을 지원하고, 유지보수가 용이 하도록 한다.

e-FAN 브릿지 모듈을 사용하여 e-FAN 네트워크를 확장 할 때, e-FAN 브릿지 모듈의 위치는 네트워크 세그먼트간의 독립성이나, 전체 e-FAN 네트워크에서 외부의 영향을 많이 받을 수 있는 위치 등을 고려하여 결정 할 수 있다. (그림 2)는 e-FAN 브릿지 모듈을 사용하여 e-FAN 시스템을 확장하는 그림이다.

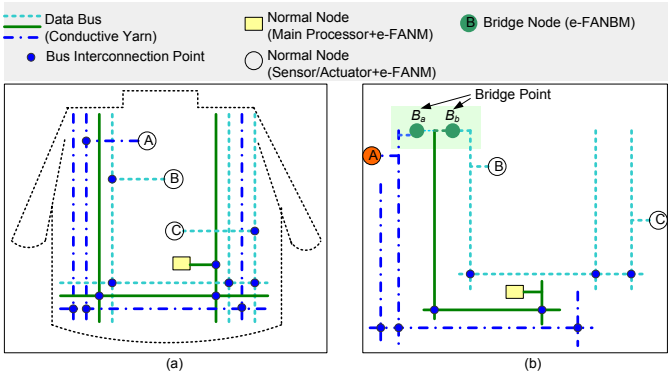

그림 2. e-FAN 브릿지 노드를 사용한 네트워크 확장 예시 (a) 세 개의 서로 다른 전도성사를 데이터라인으로 사용하는 네트워크 세그먼트(A, B, C)를 두 개의 e-FAN 브릿지 노드(B_a, B_b)를 사용하여 연결, (b) 그림 2-(a)의 상세도

4. 결론

본 논문에서는 스마트의류 구성을 위한 기술로서 e-Textile Fabric Area Network(e-FAN)를 소개하고, e-FAN 브릿지 노드를 활용한 e-FAN 네트워크 확장 방법을 제안한다. 이러한 e-FAN 시스템과 e-FAN 브릿지 노드를 사용한 네트워크 확장 방법은 서로 다른 종류의 전도성사를 통신 매질로 사용하는 e-FAN 네트워크 세그먼트를 연결함으로써, 내구성 증대, 유연성, 유지보수성을 지원하는 스마트 의류 구성 기술이 될 수 있다.

참고문헌

[1] Linz, T., Kallmayer, C., et al., “Embroidering electrical interconnects with conductive yarn for the integration of flexible electronic modules into fabric,” IEEE ISWC 2005, Oct. 2005 pp.86-89.

[2] D. Marculescu, R. Marculescue, et al., "Electronic Textiles: A Platform for Pervasive Computing," Proc. IEEE, vol. 91, No.12, December 2003, pp. 1995-2018.

[3] T. Martin, M. Jones, J. Edmison, T. Sheikh, and Z. Nakad, “Modeling and Simulating Electronic Textile Applications,” Proc. 2004 ACM SIGPLAN/SIGBED Conf. on LCTES, Washington, DC, USA, June 2004, pp. 10-19.

[4] V.N. Alexandrov et al, “A Dependable Communication Network for e-Textiles,” ICCS 2006, Part IV, LNCS 3994, pp.938-945, 2006..

[5] Jung-Chun Kao; Marculescu, R, “On optimization of e-textile systems using redundancy and energy-aware routing,” IEEE Transactions on Computers, Volume 55, June 2006, pp:745-756.