

선박 내 무선 센서 네트워크에서 에너지 효율을 위한 클러스터링 및 라우팅 프로토콜의 구성

김미진 · 장종욱*

동의대학교 컴퓨터공학과

Network Design for Effective In-Ship Communication Network Construction

Mi-jin Kim · Jong-wook Jang*

*Department of Computer Engineering, Dong-Eui University

E-mail : agicap@nate.com · jwjang@deu.ac.kr*

요 약

요즘 모든 분야에서 실세계의 상황정보 인지를 통해 전자공간과 물리공간을 결합할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅의 기반 기술을 사용하여 센서와 무선 통신 기술을 결합한 무선 센서 네트워크에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 추세이다. 또한 선박에서도 유무선 기술을 융합하여 지능형 선박에 적합한 Ship Area Network(SAN) 연구가 진행되고 있으나, 다양한 유무선 네트워크 연동 SAN-브릿지 기술, 이중 센서, 제어기기를 자율적으로 구성관리하거나 상호연동, 원격제어 하는 자율 SAN 구성관리 기술 등의 필요성이 제기되고 있는 실정이다.

선박에서의 모니터링 분야인 구조적 안전과 화물 관리를 위한 모니터링 외에도 선원을 포함한 모든 주변 환경을 안전하게 유지하는 것이다. 이에 본 논문에서는 기후 변화에 대한 감지나 여러 구조물에 대한 온도, 압력 등의 모니터링 시스템을 효율적으로 설계하기 위해 무선 센서 네트워크에서의 에너지 효율을 이용한 라우팅 및 데이터 병합을 위한 기술 동향을 파악하고 자기 구성 클러스터링 방법을 분석하여 선박의 무선 센서 네트워크 구성에 대해 연구하였다.

ABSTRACT

Recently,

키워드

Ship, In-Ship Wireless sensor Network, Hierarchical routing, Clustering, Energy efficiency,

1. 서 론

컴퓨터와 인간과의 관계 변화에 초점을 두고 컴퓨팅 환경의 진화과정을 보면, 현재는 유비쿼터스 컴퓨팅 세대로, 모든 분야에서 실세계의 상황정보 인지를 통해 전자공간과 물리공간을 결합할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅의 기반 기술을 사용하여 센서와 무선 통신 기술을 결합한 무선 센서 네트워크에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 시점이다. 무선 센서 네트워크는 네트워크 인프라에 상황인지를 위한 다양한 센서 디바이스를 결합하여 감지된 환경데이터를 응용서비스서버와 연동하는 기술이다.[1]

소형 프로세서와 무선 인터페이스, 그리고 초

소형 센서의 발전은 저가(low-cost), 저전력(low-power), 다기능 장비(multifunctional device)의 생산을 가능하게 하였으며 이를 통해 나타난 무선 센서 네트워크는 많은 응용분야를 가진 새로운 무선 네트워크 환경으로 주목받고 있다. 기본적으로 사람이 쉽게 접근할 수 없는 지역의 모니터링을 주요 목적으로 하고 있으며, 센서를 이용한 대표적인 측정대상을 살펴보면 온도, 습도, 물체의 움직임, 빛의 밝기, 압력, 토질, 잡음 레벨, 물체의 유무, 이동 방향 등이 존재한다. 이런 다양한 종류의 센서들로 인해 그에 따른 응용분야 역시 매우 넓다. 여기에 각각의 다양한 상태를 감시하는 작은 센서 노드들의 무선연결이라는 장점은 이를 이용한 많은 응용분야 창출의 가능성은

가지고 있다.[2]

선박 내 통신에 있어서는 유무선 융합의 개념으로써 SAN(Ship Area Network)의 많은 연구가 현재 진행 중이다. 이는 전력선, Ethernet, Cable, 광 등의 유선 인프라와 ZigBee, Bluetooth, WLAN, UWB, RFID 등의 무선 기술의 유무선 네트워크의 연동으로 이루어진다. 대체로 중소형 선박의 경우는 대부분이 유리섬유강화플라스틱으로 건조되고 있으며, 대형선박의 경우 구조의 대부분이 금속으로 이루어져 있기 때문에 LOS(Line of Sight)가 보장되지 않는 음영지역에서는 단일 홉이 아닌 멀티홉을 통해 라우팅이 이루어져야 하거나 센서노드들이 FFD(Full Function Device)로 구성되어야 한다.

또한, 센서 네트워크는 특수한 상태의 감지가 필요한 환경, 즉 사람의 접근이 용이하지 못한 환경에서 매우 작고 많은 센서 노드들이 전력의 재공급을 받지 못하고 동작하게 되므로 센서 노드의 에너지 관리도 중요하다. 인프라 환경이 없는 센서 필드에서 각 센서 노드의 수명은 전체 센서 네트워크의 수명을 좌우한다. 그렇기 때문에 무엇보다도 센서 노드의 수명을 연장시키고 전체 노드들이 균형적으로 에너지를 소비하는 것이 요구된다. 이에 본 논문에서는 선박 내의 전파 특성을 분석하여 무선 통신을 하기 위한 최적의 조건을 찾고, Zigbee 네트워크 구성과 센서 네트워크 노드의 에너지 효율을 높일 수 있는 클러스터 기반의 라우팅 프로토콜의 구성에 대해 연구하고자 한다.

본 논문의 구성은

II. 관련연구

2-1. MOST

MOST(Media Oriented Systems Transport)는 차량 및 기타 애플리케이션에서 사용할 수 있도록 최적화된 멀티미디어 네트워킹 기술로써 차량용 멀티미디어 서비스를 위한 고품질 오디오와 비디오 패킷 데이터를 동시에 전송할 수 있고 단일 전송 매체를 실시간으로 제어할 수 있는 특성을 지닌 통신 기술로 차량뿐만 아니라 대용량의 고품질을 요구하는 전 분야에 폭 넓게 적용이 가능하다. MOST는 유연하게 굽어지는 플라스틱 광케이블(POF:Plastic Optical Fiber)을 사용한다.

MOST Network는 안정적인 데이터 전송을 하기 위해 일반적으로 Ring 형태를 갖추며, 데이터를 한 쪽 디바이스에서 다른 쪽 디바이스로 전송한다. 최대 64개의 MOST 장치로 구성될 수 있다.[2]

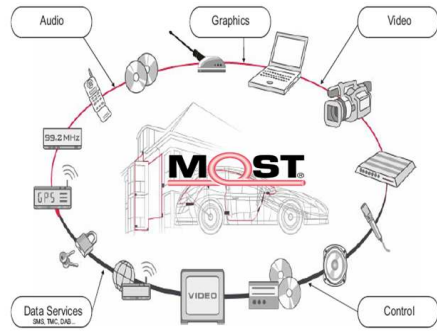


그림 1. MOST 네트워크 기본 구조

MOST의 기본적인 통신은 한 지점에서 여러 지점으로 데이터가 이동하는 시스템으로, 모든 장치는 시스템 클럭 펄스를 공유한다. 기본적으로 MOST Network는 하나의 통합된 타이밍 마스터가 존재한다. 이 타이밍 마스터에 해당하는 장치가 클럭 정보가 포함된 데이터 신호를 전송하면 MOST Network에 연결된 모든 장치들은 클럭에 동기를 맞춰 통신을 준비한다. 기본적으로 44.1KHz 또는 48KHz의 주기로 데이터를 전송하고 다른 모든 장치들도 같은 규격대로 데이터를 송·수신해야 한다.

MOST의 전송 유형은 데이터의 특성에 따라 Synchronous frame Area, Asynchronous frame Area, Control Data Area의 3가지로 분류된 프레임은 총 16개의 프레임으로 합쳐 1개의 Block으로 한 번에 전송하게 된다. 비디오·오디오 스트림의 동기식 전송에 적합한 Synchronous Channel과 TCP/IP 프로토콜 같은 주기적으로 데이터를 전송하지 않는 Asynchronous Channel의 총 크기는 60바이트로 전송이 되고, MOST 장치들과 네트워크의 제어용으로 사용 되는 Control Channel은 CSMA방식으로 19Bytes씩 전송되어 초당 최대 2,756개의 메시지가 전달될 수 있다.[3]

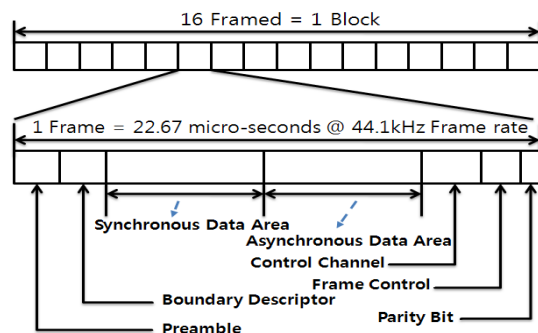


그림 2. MOST 전송 유형

2-2. Cruise Industry

지속적인 경제의 성장과 소득 증대로 크루즈에 대한 관심이 증대하고 있다. Marc Mancini[4]는 '크루즈는 선박을 이용한 여행이다'라고 정의했으

며, Maria B.Lekakou[5]는 '100인 이상이 승선할 수 있는 선박에서 1박 이상의 여행일정으로 여가를 즐기는 것'이라고 정의하였다. 국내의 박기홍 외[6]의 논문에서는 '크루즈관광이란 위락추구 여행자를 위한 선박여행으로 숙박, 식음, 위락시설 등 관광객을 위한 각종 시설을 갖추고 수준 높은 서비스를 제공하면서 관광을 목적으로 역사도시, 항구도시, 휴양지, 자연경관이 뛰어난 곳 등 관광적인 요소가 내재되어 있는 관광지를 기항하면서 안전하게 운항하는 선박관광을 의미한다'로 정의하고 있다.

크루즈 관광의 유형은 크게 장소와 활동범위, 운항유형에 따라 구분할 수 있다. 운항하는 장소에 따라 내륙의 호수, 하천을 이용하는 내륙크루즈와 바다를 이용하여 관광지 해안을 순항하는 해양크루즈로 나뉘고, 활동 범위에 따라 국내영해만을 운항하는 국내크루즈, 국내와 외국을 순회 유람하는 국제크루즈로 구분되며 운항유형에 따라 항만크루즈 등 6개 유형으로 구분된다.

세계 크루즈산업은 경제성장과 더불어 지난 30년간 가장 많이 성장한 관광분야 중의 하나로서 전 세계 크루즈 여객 수요가 1,000만 명을 넘어섰으며 해운산업 중에서도 가장 부가가치가 높은 미래 산업으로 인식되어 해운강국을 중심으로 크루즈사업 활성화 움직임이 일고 있다.

승객의 꾸준한 증가, 선사들의 지속적인 영업 전략, 크루즈상품의 다양화에 따른 수요유발, 그리고 특히 최근 유럽 및 아시아지역의 급속한 경제성장 등으로 1985년 이후 크루즈산업의 연평균 성장률은 8%를 기록하며 수요측면에서의 성장잠재력이 확대되고 있다. 세계 지역별 크루즈의 수요는 북미, 유럽, 기타지역으로 대별할 수 있으며, 북미시장이 68%, 유럽 19%, 아시아 7%의 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다.[7]

영국의 해운 전문 컨설팅사인 OSC사는 주요 크루즈 운역별로 2020년까지 수요를 (그림3)과 같이 전망하였다.[8]

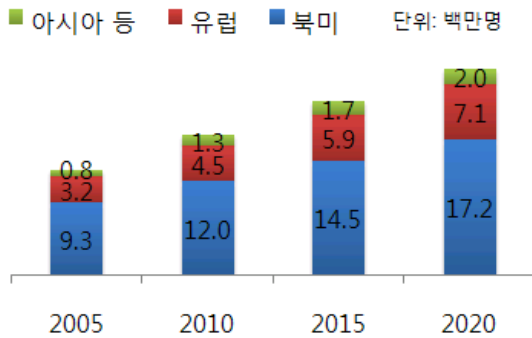


그림 3. 세계 권역별 크루즈 수요 전망

III. 시스템 구성 및 설계

선박 내 LAN 구성을 위해 크루즈선 한 층의 구조와 통신실과의 연결 구조를 먼저 구성한다.

전체 층은 (그림4)와 같이 세 가지 토폴로지별로 각각 구성하여 멀티미디어 서비스의 전송률에 대해 더 효율적인 토폴로지에 대해 분석한다.

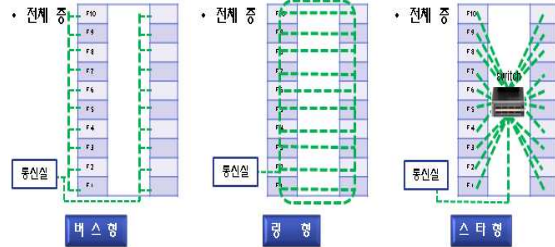


그림 4. 선박 전체 토폴로지별 네트워크 구성도

통신실에서 서버와 라우터, 스위치를 거쳐서 각 층의 선실에 버스형으로 네트워크를 구성하고 멀티미디어 서비스를 위해 각 선실은 MOST 네트워크를 사용하며 케이블은 광케이블을 사용한다. 각 선실 내에는 MOST 네트워크로 여러 디바이스들이 연결되어 서버에서 준비되어 있는 영화나 게임 등 고객들이 즐길 수 있는 여러 멀티미디어 콘텐츠를 자유롭게 사용할 수 있게 지원이 가능하다.

또한, 선박 내의 모든 선실간의 네트워크를 구성함으로써 통신실에서만 사용가능하거나, 특정 장소에서만 가능했던 인터넷의 사용도 각 선실 내에서도 가능할 수 있게 된다. 이로 인해 선원들과 고객들의 정보화 욕구를 충족시킬 수 있으며, 항상 선박 내에서만 생활하는 선원들에게는 복지향상의 기능 또한 이루어지게 되는 것이다.

IV. 시스템 구현

NS-2를 사용하여 시스템을 구현하였으며, 크루즈선을 모델로 시스템을 구성 하였다. 입체적 구현이 어려워 평면으로 구성하였고, 선실은 노드로 표현하였다. 버스 토폴로지, 링 토폴로지, 스타 토폴로지로 각각 구성하였다. 시나리오로는 3번 노드가 0.3초에, 7번 노드가 0.5초에 서버 노드에 데이터를 요청하여 3번 노드는 1.5초까지 7번 노드는 1.8초까지 각 토폴로지별로 같은 시간 안에 어떤 토폴로지가 더 많은 패킷을 받는 지를 분석하여, MOST150의 특성을 어떤 토폴로지로 구현했을 때가 더 효율적인지를 분석하였다. 3번 노드로 흘러가는 패킷은 검은색으로, 7번 노드로 흘러가는 패킷을 파란색으로 표현하였다. 이 후 부터는 토폴로지별로 구현하여 분석한 내용을 설명하겠다.

4-1. 버스 토폴로지

LAN을 구성할 때 중요하게 생각되는 개념이 공유와 경쟁특성이다. 이 개념은 두 포인트 링크

에서의 특성과는 다르게 상속된다. 다중 포인트 투 포인트 링크로 구성된 네트워크는 LAN의 특성을 모두 반영하지 못하므로, LANnode라고 하는 new node 타입을 만들어야 한다. LAN을 생성하고 구성하는 인터페이스는 Top 레벨에 있는 OTCL 클래스인 Simulator에서 make-lan이라고 하는 new 메소드를 만들어낸다. 노드 수는 총 12개 이고, 노드 0번에서 9번까지 10개의 노드가 선실이며, 10번 노드는 보이지 않지만, LANnode로 사용되고 있다. 그리고 11번 노드는 통신실의 서버의 역할을 한다.

4-2. 링 토폴로지

노드 수는 총 10개 이고, 노드 1번에서 9번까지 9개의 노드가 선실이며, 0번 노드는 통신실의 서버의 역할을 한다.

4-3. 스타 토폴로지

노드 수는 총 10개 이고, 노드 1번에서 9번까지 9개의 노드가 선실이며, 0번 노드는 통신실의 서버의 역할을 한다.

각 토폴로지 별로 노드 3번(그림5)과 노드 7번(그림6)을 분석해 본 결과 시간이 지남에 따라 토폴로지별로 받은 패킷량의 차이를 볼 수 있다.

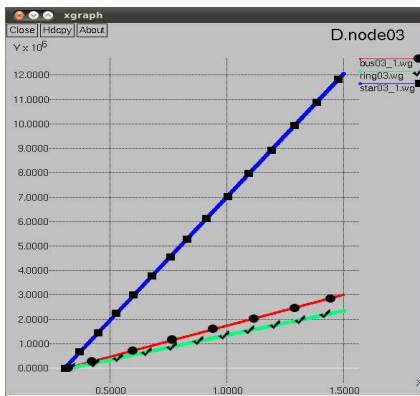


그림 5. 토폴로지별 노드 3번에 도착한 패킷 측정 값

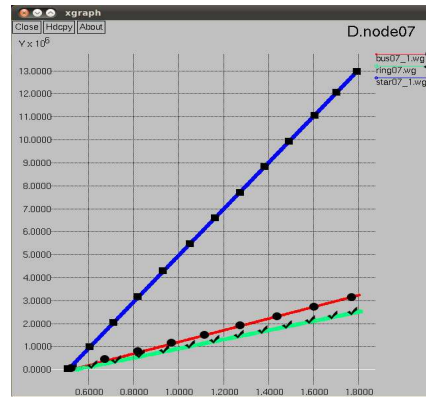


그림 6. 토폴로지별 노드 7번에 도착한 패킷 측정 값

위의 그림에서 알 수 있듯이 각 토폴로지별로 분석결과 Ring Topology가 동일한 시간동안 받은 패킷수가 가장 작고, Star Topology가 동일한 시간동안 받은 패킷수가 가장 많음을 알 수 있다. 그리고, Star Topology가 받은 패킷의 양이 확연히 많음 또한 알 수 있었다.

V. 결론 및 향후과제

현재 국내에서는 SAN(Ship area network)의 개념을 도입하여 선박 내의 유/무선 네트워크로 연결하여 차세대 부가 서비스를 제공하기 위한 연구 또한 진행하고 있다. SAN개념을 활용하여 선박 내의 센서, 단말 등의 모든 기기를 연결하면 차세대 선박에서의 응용 지원을 위한 정보/장치/서비스 관리 및 통신 미들웨어 등의 개발을 용이하게 할 수 있게 된다. 이에 본 논문에서는 SAN의 개념을 바탕으로 선박 내의 유선 네트워크 구성을 설계 한 것이며, 앞으로 관광 및 조선 산업의 경제적 파급효과가 매우 클 것으로 전망하고 있는 크루즈선을 모델로 하여 구성 하였다.

토폴로지별로 분석한 결과 각 토폴로지별로 분석결과 Ring Topology가 동일한 시간동안 받은 패킷수가 가장 작고, Star Topology가 동일한 시간동안 받은 패킷수가 가장 많음을 알 수 있다. 그리고, Star Topology가 받은 패킷의 양이 확연히 많음 또한 알 수 있었다. 이에 앞으로 SAN내의 LAN 네트워크 구성으로는 Star Topology로 구성하는 것이 고객과 선원들의 서비스 제공에 좀 더 원활한 통신이 되어 효율적인 네트워크 구현이 될 것이라 본다.

향후 과제로는 SAN의 연구를 계속하여 유선 네트워크의 구성만이 아닌, 무선 센서네트워크의 설계를 구성해 보는 것이 필요하겠다. 가장 큰 제약사항은 선박이 철 혹은 합금으로 제작되어 전파 전달이 매우 어려운 내부 환경과 내부는 임의로 변경할 수 없다는 점도 네트워크의 설계를 어렵게 하는 중요한 요인이지만, 유/무선 복합 네

트위크의 개념을 중심으로 설계를 진행하여 연구하는 것이 필요하다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 산학협동인력양성사업임(No. 2010CB012).

참고문헌

- [1] M. Weiser, "Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing", Communications of the ACM, vol. 36, no. 7, Jul. 1993, pp.75-84.
- [2] 홍성화, 김병국, 엄두섭, "멀티홉 무선 센서 네트워크 환경에서 성능 향상을 위한 플러딩 레벨 클러스터 기반 계층적 라우팅 알고리즘", 한국통신학회 논문지 '08-03 Vol. 33 No. 3, p123
- [3] MOST Cooperation, "MOST Specification Rev 3.0", May, 2008.
- [4] Marc Mancini, Cruising : A Guide to the Cruise Line Industry, 2nd edition, Thomson, 2004. p.3.
- [5] Maria B.LEKAKOU, arhanasios A.PALLIS, Maria N.PAPADOPOULOU, "Plain Cruising? The State of The Cruise Industry in Greece and EU Policy Developments", International Association of Maritime Economics(IAME) Conference 2005, p.313.
- [6] 박기홍외, 「한·중·일 연계 크루즈 관광사업 추진 방안」, 한국관광연구원, 1999. p.6.
- [7] 해양한국, "동북아크루즈 성장 잠재력 높다", 해양한국, 2007. 1. 기획집, pp.74-75.
- [8] Ocean Shipping Consultants, The World Cruise Shipping Industry to 2020, 2005.