

Kontrol Alan Ağı (CAN) ve Tıbbi Cihaz Uygulamaları

Gül Fatma Türker¹, Akif Kutlu²

^{1,2} Süleyman Demirel Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, Isparta
gulturker@sdu.edu.tr, akutlu@sdu.edu.tr

Özet: Kontrol Alan Ağı(CAN) endüstriyel otomasyon, otomotiv ve mühendisliğin çeşitli alanlarında çift yönlü veri haberleşmesi için kullanılan, yüksek performanslı ve güvenilirliği ile tercih edilen kablolu ağ teknolojisidir. Maximum 1 Mbit/sn'lik bir hızda veri iletişimi sağlayan Kontrol Alan Ağı teknolojisi güvenliğin önemli olduğu gerçek zamanlı medikal uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada medikal alanda gelişmekte olan cihazlara ve kullanılan haberleşme teknolojilerine katkı sağlayan Kontrol Alan Ağı teknolojisi ile gerçekleştirilen medikal uygulamaların sınıflandırılması yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Kontrol Alan Ağı, Seri İletişim, Tıbbi Cihaz, Medikal Bilişim

Controller Area Network and Medical Device Applications

Abstract: Control Area Network (CAN), is a high performance and reliable wired network technology used in industrial automation, automotive and bi-directional data communication engineering. Control Area Network technology that transmits data at a speed of Maximum of 1 Mbit / s is used for real-time medical applications where is the security is very important . In this study, classification of the medical practices with control area network which contribute to the emerging field of medical devices and communication technologies.

Keywords: Controller Area Network, Serial Communication, Medical Device, Medical Information.

1.Giriş

Kontrol Alan Ağı 1986 yılında Robert Bosch tarafından otomobillerdeki çok sayıda algılayıcı ve mikro denetleyiciyi bir kablo yumağı ile bağlamak yerine bunlar arasındaki veri transferini yazılım kontrollü tek bir hattan sağlamak amacıyla geliştirilmiştir [1]. İçerisinde Kontrol Alan Ağ modülü bulunan ilk entegre 1989 yılında Intel Corp. tarafından piyasaya çıkarılmıştır. Bu tarihten itibaren, Siemens, Motorola, Philips ve Microchip gibi büyük firmalar Kontrol Alan Ağı entegrelerini üretmeye başlamışlardır [2]. Kontrol Alan Ağı yüksek performansı ve üstün karakteristik özelliklerinden dolayı birçok dağıtık endüstriyel kontrol uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kontrol Alan Ağı, gerçek zamanlı bir seri haberleşme protokolüne sahiptir. Günümüzde KAA'nin kullanıldığı değişik ağ uygulamalarına akıllı motor kontrolü, robot kontrolü, akıllı sensörler, asansörler, akıllı binalar ve laboratuvar otomasyonu, medikal cihazlar örnek olarak gösterilebilir [3].

Gerçek zamanlı bir seri haberleşme protokolüne sahip olan CAN'in ağ uygulama alanlarından biri olan medikal sistemlerde yapılan çalışmalar: Farklı üreticilerin medikal cihazlarının birbirine bağlantı kurmasını sağlayan yaygın bir standarda ihtiyaç vardır. ISO/IEEE 11073 (X73) bunları birleştirmeye çalışan bir standarttır. Hasta başı medikal cihazların ara yüzleri için üreticiden-bağımsız bir network yapısı sunan MediCAN, sağlık ile ilgili işlemleri takip etmek ve yönetim maliyetlerini azaltmak için dizayn edilmiştir. Hemen hemen tüm medikal cihaz teknolojileri ve veri haberleşme protokolleri ile uyum

sağlayabilir [4]. Ayrıca açık bir standart yaklaşımı olarak MediCAN teknolojisi kullanan ağlar için medikal cihazların birlikte çalışabilmesini gerçekleştiren bir sistemin performans analizi gerçekleştirilmiştir [5].

Protez cihazlarında kontrolü sağlamak için CAN tabanlı haberleşme protokolü olan Prosthetic Device Communication Protocol (PDCP) kullanılmıştır [6]. Başka bir protez çalışmasında CANbus kullanan protez ekstremitelerinde sensör ağı içerisinde trafiği izlemek için FPGA dizayn edilmiştir [7]. Kontrol Alan Ağı kullanarak üç boyutlu hareket sensörleri içeren giyilebilir denge protezi uygulaması gerçekleştirilmiştir [8].

Otomasyon sistemlerde kullanımı gerçekleştirilen Kontrol Alan Ağı uzaktan hasta takibinde geliştirilen akıllı evlerde kullanılmıştır. Bir klinik değerlendirmesinde veri kaybı olmadan yerel ağdaki bir bilgisayara Kontrol Alan Ağı üzerinden IR sensörlerinin ve manyetik anahtarların bilgisi aktarılmıştır [9]. 1999 yılında, Kontrol Alan Ağı ve yüksek seviyeli protokol olan CANopen Bilgisayarlı Tomografi sistemlerinde kullanılmıştır. Yeni medikal uygulamalarda CANopen ve ek standartlar geliştirilerek uygulanmıştır. X-ray cihazlarının içinde kullanılan kolimatörler için belirtilen bir CANopen cihaz profili buna örnek gösterilebilir [10].

Bu çalışmada, gerçek zamanlı iletişim imkanı sağlayan Kontrol Alan Ağ teknolojisinin medikal alanda kullanımı araştırılmış ve yapılan incelemede gerçekleştirilen uygulamaların bir sınıflandırılması yapılmıştır.

2. Kontrol Alan Ağı (CAN)

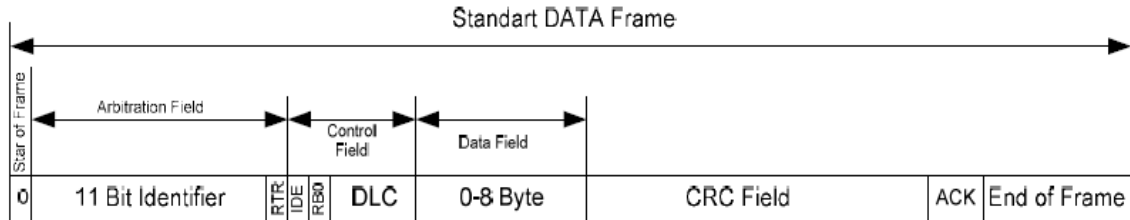
Kontrol Alan Ağı protokolü, Alman firması olan Robert Bosch tarafından, otomotiv uygulamalarında güçlü bir seri veri iletiminin oluşturulması amacıyla tasarlanmıştır [11]. 1993 yılında ISO tarafından uluslararası bir standart olarak kabul edilmiştir [2].

Kontrol Alan Ağı 2.0A protokolü, uzunluğu 88 ila 108 bit arasında değişen mesajların CSMA/CR (Carrier Sense Multiple Access with Collision Resolution) erişim metoduna uygun olarak iletilmesi prensibine dayanır. Her mesajın 11bit uzunluğunda *niteliğini* ve aynı zamanda sayısal değeri itibariyle *önceliğini* belirleyen öntakısı (Identifier) vardır. Nitelik ile kastedilen, kullanıcı tarafından mesaja anlamlı bir sayısal değer verilmesidir. 11 bit ile 211 değişik nitelik ve öncelik tanımlaması yapılabilmektedir. Kontrol Alan Ağı, 2.0B sürümü için bu değer 229 dur. Sayısal olarak diğerlerinden düşük değeri olan mesajın yüksek önceliği vardır. İki mesajın aynı anda farklı kaynaklardan iletmeye çalışılması durumunda önceliği yüksek olan mesaj ortama erişme hakkına sahiptir [2].

Kontrol Alan Ağı, iletişim ortamına erişim yöntemi olarak, bit öncelikli yapı ile Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) kullanır. Bu yöntem, mesajların çarpışmamasını garanti etmekle beraber, iletişim hattının uzunluğunu sınırlandırır.

Dolayısıyla, CAN düğümler 1 Mbit/s veri iletim hızı ile 40 m ve 40 Kbit/s veri iletim hızı ile 1000 m'lik bir veri yolu üzerinden bağlanabilirler [12]. Ağ üzerindeki tüm düğümler mesaj göndermeye başlamadan önce ağda bir periyot süresince herhangi bir etkinlik olmadığını gözlemlemelidir (Carrier Sense). Aynı zamanda bu gözlemlenen periyotta bir etkinlik olmazsa ağ üzerinde bulunan her düğüm mesaj göndermek için eşit haklara sahip olurlar (Multiple Access). Eğer ağ üzerindeki iki düğüm aynı anda iletme başarlarsa düğümler çarpışmayı algılayacak (Collision Detection) ve uygun eylemi gerçekleştireceklerdir [1].

Kontrol Alan Ağı'nda mesaj transferi dört çeşit mesaj çerçevesi ile kontrol edilir. Bunlar; Data Frame, Remote Frame, Error Frame, Overload Frame'dir. Bir CAN mesajında Data frame, vericiden alıcıya veri taşıyan frame'dir ve tanıtıcı, CRC, senkronizasyon ve alındı bilgilerini içeren 47 bit protokol kontrol bölümü ve 0-8 bayt arasında değişen yük bölümünden oluşur. CAN denetleyicileri tarafından desteklenen Standart data frame (CAN 2.0A) ve Extended data frame (CAN 2.0B) olmak üzere 2 çeşit frame biçimi vardır. Tanıtıcı alan, iletim için öncelik bilgisini içerirken aynı zamanda mesajların alınmasına ve filtre edilmesine izin verir. Yine, CAN için ISO 11898 ve 11519 olmak üzere iki ayrı standart vardır. Bu standartlar arasında, iletim hızları ve fiziksel katman açısından farklılıklar bulunmaktadır [3, 15, 14, 13].



Şekil 1. Kontrol Alan Ağı Standart Data Frame

Her iki frame içerisinde ortak olarak farklı amaçlar için kullanılan 7 adet alan bulunmaktadır [14]. Bunlar;

1. Başlangıç Biti (Start of Frame)
2. Arbitration Alanı (Arbitration Field)
3. Kontrol Alanı (Control Field)
4. Data Alanı (Data Field)
5. CRC Alanı (Cyclic Redundancy Check Field)
6. ACK Alanı (Acknowledge Field)
7. Frame Sonu (End of Frame)

CAN protokolünün özellikleri: Ağa bağlı bir düğümden tüm sistem kontrol edilebilir. Fonksiyonları kontrol eden komutlar seri olarak gönderildiği için kablo ve konektör karışıklığı azalır. Sistemin çözülmesi veya toplanması daha kolay ve daha hızlıdır. Verimli hata bulma ve sinyalizasyon sağlar. Kullanıcıya uyarı ve durum bilgisi göndermek için daha yüksek kapasite sağlar. Ağa yeni kontrol

birimlerinin kolayca eklenebilmesini sağlar. Ağa erişimde farklı erişim öncelikleri sağlar [14].

3. Kontrol Alan Ağı ile Medikal Uygulamalar

Geçtiğimiz yıllarda medikal cihazlarda ve sağlık alanındaki gelişmelerde çok büyük değişiklikler olmuştur. Medikal cihaz üreticileri kendi uygulamalarını geliştirmelerine rağmen, bu cihazların network bağlantıları olarak halen daha eski teknolojiler kullanılmaktadır. Yataklardaki hasta başı cihazlarının verilerine ulaşım arayüzü üretici tarafından sağlansa bile (RS-232, USB, Ethernet) yaygın bir şekilde kabul görmüş bir veri modeli yoktur. Farklı üreticilerin hizmete sunduğu Medikal cihazlar arasında haberleşmeye izin veren yaygın bir standarda ihtiyaç vardır. X73 hasta verilerine erişebilmek için haberleşme kontrol birimlerinin içine gömülen bir

kullanıcı erişim mekanizmasını tanımlar. Aynı amaçla çeşitli medikal cihazlara arayüz oluşturmak ve network bağlantısı sağlamak için MediCAN teknolojisi geliştirilmiştir. Bir açık standart olarak MediCAN teknolojisi kullanıcı tanımlı sistemlere ağ oluşturmada, bağlantı kurmada oldukça esneklik sağlamaktadır. Bu teknoloji sağlık takip cihazları arasında network bağlantısı sağlamak için uygun donanım arayüzü sağlar ve açık bir standart içinde haberleşme protokolünü ilişkilendirir [5]. Bir ağa dahil edilmek istenen medikal cihazların entegrasyonu için üreticileriyle anlaşma yapması gerekmektedir. Elle giriş tabanlı sistemler hastanın durumuna ulaşmada sınırlılıklar oluşturur ve bir ağda birlikte çalışabilirlik zorlaşır [5].

MediCAN yatak başı medikal cihazların bir arada çalışabilmesini sağlamak için bir network yapısı sunar. Tüm medikal cihaz teknolojileriyle veri haberleşme protokollerini birleştirir. Ayrıca oluşturduğu arayüzlerin kullanımında internet araçlarını dahil ederek sağlık çalışanlarının hasta takibini kolaylaştırır [4].

Elektronik teknolojisindeki gelişmeler protezler içine dahil edilebilir düşük maliyetli akıllı sensörler ve mikroişlemci tabanlı kontrol sistemlerinin çeşitliliğini oluşturmuştur. Protez sistemindeki bileşenleri en güvenilir ve verimli bir şekilde birbirine bağlamak için bir bus sistemi kullanılır. Alt ve üst uzuv protezlerinde dağıtık bir kontrol sistemi geliştirmek için CAN tabanlı Protez Cihaz Haberleşme Protokolü (PDCP) geliştirilmiştir. CAN bus protez kullanımında gerekli veri transferini sağlar ve üst seviye protokol olarak kullanılan PDCP ile protez kontrol sistemleri arasında birlikte çalışabilirliği destekler [6].

Biyomedikal Cihazlar	Protokoller
Bilgisayarlı Tomografi Cihazı	CAN Protokolü
X-ray Cihazı	CAN Protokolü
Protez	CAN Protokolü
Assist sistemler	CAN Protokolü
Yatakbaşı cihazları(EKG, Pulse oximeter vb.)	MediCAN Protokolü
Tekerlekli sandalye	CAN Protokolü
Hasta yatağı	CAN Protokolü
Ameliyathane kontrolü	CAN Protokolü

Tablo 1. Contoller Area Network teknolojisini Kullanan Biyomedikal Cihazlar ve Protokoller

Tabloda belirtilen cihazlarda kullanılan kontrol alan ağı teknolojisi detayları bölüm 3 altında detaylandırılmıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

Akıllı binalar, medikal cihazlar, güvenlik otomasyon sistemleri, gömülü sistemler, veri toplama uygulamaları ve araç içi elektronik aksanların birbirleriyle haberleşmesi gibi endüstriyel uygulamalar veri güvenliğinin ve gerçek zamanlı iletişimin ön planda olduğu uygulamalar olduğundan bu sistemlere cevap verebilecek bir ağ yapısı tercih edilmelidir. Ethernet teknolojisi yüksek hızlı olması ve uzun mesafeleri desteklemesine karşın çarpışma tabanlı olduğu için hatasız veri iletişimini gerektiren bu tür kontrol uygulamalarında yeterli olmamaktadır. CAN teknolojisi ise bu yapılara hatasız olarak destek verebilmektedir. CAN protokolü çok yöneticili yapısı, üstün hata algılama mekanizması, çarpışma durumlarının öncelik bilgisiyle önlenildiği, hızlı ve uzun mesafelerde iletişimi destekleyen, endüstriyel uygulamalara yönelik, seri iletişim esasına dayanan bir haberleşme protokolüdür. Bu özellikleri ile biyomedikal cihazlarda Kontrol Alan Ağı tercih edilmiş ve farklı protokoller geliştirilmeye devam etmiştir.

Biyomedikal alanda CAN kullanan cihazlar için yapılan araştırmada, doğrudan cihaz üzerinde ağ kuran uygulamaları gerçekleştirilen medikal cihazlar, çeşitli protokoller geliştirilerek bir ağ içerisine dahil edilen kullanımı gerçekleştirilen medikal cihazlar ve CAN temelli hastane içerisinde hastalar için kolaylık sağlayacak yatak, tekerlekli sandalye ve oda kontrolünün sağlandığı hastaları destekleyici sistemler incelenmiştir. Cihazların yönetimini sağlayan Kontrol Alan Ağı'nın ne tür medikal cihazlarda kullanıldığı bir tablo olarak sunulmuştur. Ağ içinde seri iletişim kurallarının belirlendiği farklı uygulamaların tek bir çatı altında gerçekleştirilmesi için yapılan protokol çalışmaları incelenmiştir. Yüksek hızlı uygulamalar için geliştirilen bu teknolojinin tıp alanında çalışmalarının sürdürülebilir olduğu gözlenmiştir

5. Kaynaklar

[1] Yabanova D., Taskın S., Ekiz, H., Cimen, H., “ Denetleyici Alan Ağı Üzerinden Mekatronik Bir Sistemin Kontrolü” *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi* (7) 63-72,(2010)

[2] Kutlu A., Turan C., “ Elektronik Deneysel Modüllerinin LabView ile Kontrolü ”, *SDU International Journal of Technologic Sciences* Vol. 2, No 3, pp. 1-8, (2010)

[3] Bayılmış C., Ertürk İ., Çeken C., “ IEEE 802.11 KLAN Kullanarak CAN Segmentlerin Genişletilmesi için Yeni Bir Çözüm ”, *J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ.*, Vol 20, No 2, 197-204, (2005)

[4] McKneely K.P., Chapman F., Gurkanb D., “Joint Workshop on High Confidence Medical Devices,

Software, and Systems and Medical Device Plug-and-Play Interoperability, Plug-and-Play and Network-Capable Medical Instrumentation and Database with a Complete Healthcare Technology Suite: MediCAN, (2007)

[5] McKneely K.P., Chapman F.M., Merchant F., “ Performance Analysis of a Proposed Tightly-Coupled Medical Instrument Network based on CAN Protocol”, 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS Buenos Aires, Argentina, August 31 - September 4, (2010)

[6] Idstein T.M., Lock B.A., Parks R., Tran D., Hargrove L., “ Using The Controller Area Network For Communication Between Prosthesis Sensors and Control Systems ”, From MEC 11 Raising the Standard," Proceedings of the 2011 MyoElectric Controls/Powered Prosthetics Symposium Fredericton, New Brunswick, Canada: August 14-19, (2011)

[7] Bochem A., Deschenes J., Williams J., Kent K.B., Losier Y., “ FPGA Design for Monitoring CANbus Traffic in a Prosthetic Limb Sensor Network ” Rapid System Prototyping (RSP), 22nd IEEE International Symposium, (2011)

[8] Wall C., Weinberg M.S., “ Balance Prostheses for Postural Control ” IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, (2003)

[9] Virone, G., B. Lefebvre, N. Noury, and J. Demongeot. “Modeling and computer simulation of physiological rhythms and behaviours at home for data fusion programs in a telecare system”, In: Proceedings of 5th International Workshop on Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry, pp. 111–117, (2003)

[10] Pfeiffer O., Ayre A., Keydel C., “*Embedded Networking with CAN and CANopen*”. San Clemente, CA: RTC Books, (2003)

[11] Kiencke U., “ Controller Area Network-from concept to reality”, ICC’94, proc.1., International CAN conference, 0-11 0-19, (1994)

[12] Taskın, S., " Mps Moduler Uretim Sisteminin Bilgisayar Destekli Gerçek Zamanlı Kontrolü Ve Teknik Eğitime Uygulanması ", Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2005)

[13] Delikanlı K., “Uzaktan Erişimli Kontrol Laboratuvarı” Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Elektronik Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı Isparta, (2009)

[14] Kutlu A., “ Wireless Medium Access Control Protocols for Real-Time Industrial Applications ”, The University of Sussex School of Engineering, PhD Thesis, 124s. Brighton, England, (1997)

[15] Lawrenz W., “ World-wide Status of CAN-Present and Future proc. ICC’95 2. International CAN conference, 0-12 0-25, (1995)