

KONTROL ALAN AĞI PROTOKOLÜ KULLANILARAK TASARLANAN EĞİTİM AMAÇLI DENEY SETİ

Yunus SANTUR¹

Hayrettin CAN²

¹ Fırat Üniversitesi, Kemaliye M.Y.O-Elazığ
² Fırat Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği-Elazığ

¹e-posta: ysantur@firat.edu.tr

² e-posta: hcan@firat.edu.tr

ÖZET

Kontrol alan ağı (KAA) seri iletişime dayalı, çok yöneticili, yüksek güvenlik özelliklerine ve çarpışma çözümleyicisine sahip bir haberleşme protokolüdür. Otomotiv endüstrisinde araç içi iletişimde kullanılmak için geliştirilmiştir. Bunun yanı sıra medikal cihazlar, endüstriyel otomasyon sistemleri, robotlar ve akıllı binalar diğer uygulama alanlarına örnek olarak verilebilir. Bu çalışmada, laboratuvarlarda KAA tabanlı uygulamaların yapılabilmesi amacıyla eğitim amaçlı bir deney setinin tasarlanması ve deney seti üzerinde gerçekleştirilebilecek örnek uygulamalar sunulmuştur. Tasarlanan deney seti üzerinde hem KAA protokolü işlevlerinin öğrenilmesi, hem de KAA tabanlı çeşitli endüstriyel uygulamaların gerçekleştirilebilmesi amaçlanmıştır. Bunun için KAA tabanlı mesaj-alışverişinin yapıldığı üç adet düğümden oluşan genel amaçlı bir endüstriyel kontrol ağı oluşturulmuştur.

Anahtar kelimeler: Kontrol Alan Ağı
Protokolü, Seri İletişim, Kontrol Ağı

1. GİRİŞ

Akıllı binalar, medikal cihazlar, güvenlik otomasyon sistemleri, gömülü sistemler, veri toplama uygulamaları ve araç içi elektronik aksamaların birbirleriyle haberleşmesi gibi endüstriyel uygulamalar veri güvenliğinin ve gerçek zamanlı iletişimin ön planda olduğu uygulamalardır. Ethernet teknolojisi yüksek hızlı olması ve uzun mesafeleri desteklemesine karşın çarpışma tabanlı olduğu için hatasız veri iletişimini gerektiren bu tür kontrol uygulamalarında yeterli olmamaktadır. Araç içi iletişimin örnek olarak verilebileceği çeşitli algılayıcı, kontrol edici, mikro denetleyici ve sayısal-analog dönüştürücülerden oluşan kontrol ağlarında her bir istasyonun ağ üzerindeki diğer istasyonlarla gerçek zamanlı, hızlı ve hatasız haberleşmesi istenir. Kontrol alan ağı (KAA)

protokolü çok yöneticili yapısı, üstün hata algılama mekanizması, çarpışma durumlarının öncelik bilgisiyle önlenebildiği, hızlı ve uzun mesafelerde iletişimi destekleyen, endüstriyel uygulamalara yönelik, seri iletişim esasına dayanan bir haberleşme protokolüdür [1,2,3]. Başlangıçta sadece otomotiv sektöründe araç içi iletişimde kullanılması için tasarlanan KAA protokolü günümüzde akıllı binalar, güvenlik sistemleri, mobil robotlar gibi endüstriyel tabanlı kontrol uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır [4-9]. Bu çalışmalara örnek olarak Hooi T. Ve diğerleri [6] tarafından yapılan KAA protokolü ile düşük maliyetli akıllı bina tasarımı ve Wargui M ile Rachid A. tarafından [8] tarafından yapılan mobil robotlarda KAA uygulaması verilebilir.

Bu çalışmada, üzerinde KAA tabanlı mesaj-alışverişi yapabilen üç adet düğümden oluşan genel amaçlı bir kontrol ağının bulunduğu bir deney seti tasarlanmış, gerekli olan yazılım kütüphaneleri Pic C derleyici ortamında oluşturulmuştur. Kontrol ağları için benzer bir eğitim amaçlı deney seti çalışması Mariono P. ve diğerleri [3] tarafından yapılmıştır. Bu deney seti bilgisayar, elektrik-elektronik ve haberleşme mühendisliği bölümlerinin mikroişlemci laboratuvarlarında eğitim amaçlı KAA protokolü uygulama deneylerinin yapılabilmesi amacıyla tasarlanmıştır. Ayrıca deney seti kontrol, veri toplama, sinyal işleme gibi uygulamaların KAA protokolü tabanlı olarak gerçekleştirilebileceği şekilde dizayn edilmiştir.

2. KONTROL ALAN AĞI PROTOKOLÜ

Kontrol alan ağı(KAA) protokolü ilk kez 1986 yılında uluslararası bir konferansta Controller Area Network(CAN) adıyla Robert Bosch[1] tarafından duyurulmuştur. Başlangıçta sadece

otomotiv sektöründe araç içi iletişimde kullanılması düşünülen KAA protokolü çarpışma durumlarının öncelik bilgisiyle önlenildiği, seri iletişime dayalı, yüksek hata yakalama özelliklerine sahip, mesaj yayılma (broadcasting) tabanlı ve çok yöneticili bir endüstriyel iletişim protokolüdür [1,2]. KAA protokolü 1992 yılından beri Mercedes araçların elektronik aksamalarının haberleşmesinde kullanılmaktadır. Günümüzde Mercedes başta olmak üzere BMW, Wolkswagen, Audio gibi otomotiv üreticileri ürettiği araçlarda KAA protokolünü kullanmaktadır. ISO tarafından 1994 yılında standartlaştırılan KAA protokolü

OSI referans modelinde 2.katman protokolü olarak kabul edilir. KAA protokolü standart ve genişletilmiş olarak iki ayrı sürüme sahiptir. Standart sürüm 1Mbit/s iletişim hızını destekler ve 11-bit mesaj tanımlayıcı alan kullanır, başta otomotiv olmak üzere birçok endüstriyel uygulamada kullanılmaktadır. Genişletilmiş sürüm 125Kbit/s iletişim hızını destekler ve 29-bit mesaj tanımlayıcı alan kullanır, sadece kamyon, tır ve KAA protokolü tabanlı yüksek seviyeli protokollerin tasarımında kullanılmıştır. Şekil 1'de Standart KAA protokolü mesaj çerçeve alanları ve geçerli uzunlukları verilmiştir.

S O F	identifler	R T R	r0 r1	DLC	DATA	CRC	CRC DEL.	ACK	ACK DEL.	E O F
0	11-bit	0/1	00	4-bit	0-8 byte	15-bit	1	0/1	1	7-bit

Şekil 1 Standart KAA protokolü mesaj çerçeve alanları

KAA protokolünün en önemli özellikleri aşağıdaki gibi listelenebilir:

Mesaj yayılma prensibi (broadcasting): Kontrol ağında herhangi bir istasyonun gönderdiği veri, hata ya da istek mesajları diğer bütün istasyonlar tarafından alınır.

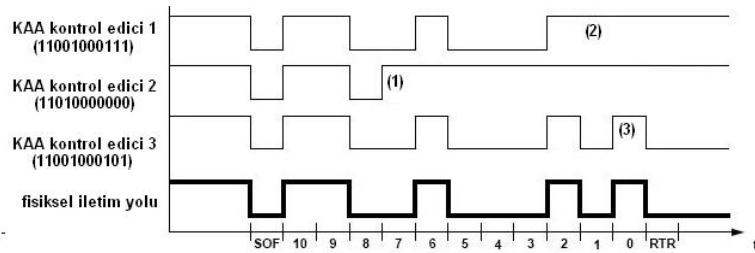
Mesaj Tanımlayıcı (identifler): KAA protokolünde mesaj çerçeveleri gönderici adresi içermezler bunun yerine standart KAA protokolünde 11, genişletilmiş KAA protokolünde ise 29 bitlik bir tanımlayıcı kullanılır, her istasyon bu tanımlayıcı alana bakarak mesajın kendisine gelip gelmediğine karar verir. Ethernet protokolünde her bilgisayar için tanımlı bir IP ya da MAC adresi bulunmaktadır, KAA protokolünde mesaj tanımlayıcı alan mantığı sayesinde bir düğüm tek bir adres yerine belirli bir adres aralığına sahip olabilmektedir.

Çarpışma Çözümleyicisi: Ethernet ağlarda fiziksel veri yoluna erişim için kullanılan csmacd yöntemi ağ üzerindeki çarpışmaların algılanarak yok edilmesi ve başarısız mesajların yeniden gönderilmesi esasına dayanır. KAA

protokolünde kullanılan csmaca yöntemi ise ağ üzerinde çarpışmaların mesaj öncelik bilgisiyle önceden önlenmesini sağlar. KAA protokolünde kullanılan mesaj tanımlayıcı alanlar aynı zamanda öncelik bilgisi olarak kullanılır. Sayısal olarak düşük değerli tanımlayıcı alana sahip istasyon daha yüksek önceliklidir. Böylece aynı anda yola çıkmak isteyen iki düğümden yüksek öncelikli olanın mesajı iletilir, diğeri ise yol boş olana kadar bekler, bu sayede bir kontrol ağında var olan düğüm sayısı kadar farklı öncelik değeri verilebilir.

Ayarlanabilir Veri Hızı: KAA protokolü aygıtları ISO standartlarında belirtilen özelliklere göre en fazla 1 MBit/s oranında iletişim yapabilmektedir[1,2]. KAA aygıtları sayesinde iletişim hızı 5KBit/s ile 1MBit/s arasında programlanabilmektedir.

Yüksek Güvenlik: KAA protokolünde 4 farklı hata tespit mekanizması eş zamanlı olarak çalışmaktadır bu KAA protokolünü diğer haberleşme protokollerinden daha güvenli yapan en önemli özelliktir.



Şekil 2 KAA fiziksel veri yoluna erişim prensibi

Şekil 2’de KAA protokolü fiziksel veri yoluna erişim için bir örnek verilmiştir. Örnekte kontrol ağına aynı anda erişim yapmak isteyen üç düğüm ve mesaj tanımlayıcı alanları verilmektedir. Örnekte önce tüm istasyonlar veri yolunun boş olduğunu anlayarak aynı anda mesaj göndermeye başlamışlardır. Tüm istasyonlar önce çerçeve başlangıç biti olan SOF bitini daha sonra sırayla tanımlayıcı alana ait veri bitlerini 11.bitinden başlayarak gönderirler. Şekil 2’de gösterilen 1,2 ve 3 numaralı durumlar sırayla aşağıda anlatılmıştır.

(1): Bu duruma kadar üç düğümde aynı değeri göndermiştir, (1) numaralı duruma gelindiğinde; KAA kontrol edici-2, fiziksel yola lojik-1 KAA kontrol edici-1 ve KAA kontrol edici-3, fiziksel yola lojik-0 yazmıştır. Bu nedenle KAA kontrol edici -2 yola erişim hakkını kaybetmiştir. Bu noktadan sonra yola erişim yarışı 1 ve 3 numaralı KAA kontrol ediciler arasında geçecektir.

(2): Bu durumda KAA kontrol edici-1, fiziksel yola lojik-1 KAA kontrol edici-3, lojik-0 yazmak istediği için KAA kontrol edici 1 yola erişim hakkını kaybeder.

(3): KAA Kontrol edici-3, tanımlayıcı alana ait birinci biti fiziksel yola koyduğu andan itibaren kontrol ağı üzerinde yola erişim yapmak isteyen başka istasyon kalmadığı için yol hakkına sahip olmuş olur.

KAA protokolü hata tespiti için paralel olarak çalışan 4 yöntem kullanır, böylece ağ üzerinde tespit edilemeyen bir hata olma olasılığı çok düşük olur, bu yöntemler [1]:

Toplam Sınama Kontrolü (CRC): Gönderici düğüm gönderdiği mesajın CRC alanına özel bir matematiksel işlem sonucu elde ettiği üreteç polinomu yazar. Alıcı düğüm kendisine gelen mesajdaki CRC alanını tekrar hesapladığında 0

elde etmelidir aksi halde geçersiz CRC alanı elde edilir ve hata mesajı üretilir.

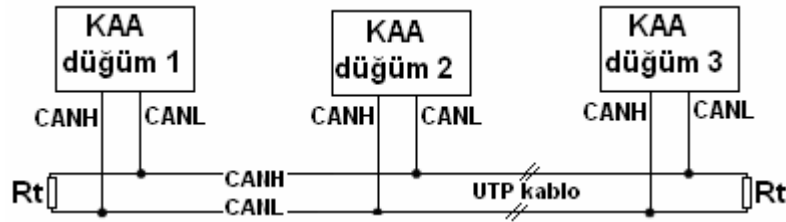
Onay Kontrolü (ACK): Birçok seri iletişim tabanlı protokolde hata algılamak ve mesajın teslim edilip edilmediği bilgisini elde etmek için kullanılan en etkin yöntemlerden biridir. Gönderici düğüm mesajın hedefine gidip gitmediğini anlamak için hedef düğümde onay bekler, eğer beklenen onay gelmezse ACK hatası oluşur ve hata mesajı üretilir.

Çerçeve Formatı Kontrolü: KAA protokolünde alınan ve gönderilen mesajlardaki çerçeve alanları KAA protokolü özelliklerine uygun olarak denetlenir. Eğer çerçeve alanlarında bir uyumsuzluk varsa çerçeve hatası oluşur ve hata mesajı üretilir. Alınan mesajda veri uzunluk alanında belirtilen sayıyla veri boyunun uyuşmaması bu türde oluşabilecek hataya örnektir.

Veri Yolunun İzlenmesi: KAA protokolü yayım (broadcast) tabanlı bir iletişim protokolü olduğu için mesajlar bütün düğümler tarafından okunabilir. Gönderici gönderdiği mesaj ile veri yolu üzerindeki mesajı bit-bit karşılaştırır, gönderilen mesaj biti ile fiziksel veri yoluna koyulan bitin farklı değerlere sahip olması sonucunda bit hatası oluşur ve gönderici göndermekte olduğu mesajın tamamlanmasını beklemeden hata mesajı yayınlamaya başlar. KAA protokolünde hata algılamak için kullanılan en etkin yöntemlerden biridir.

3. TASARLANAN DENEY SETİ

Tasarlanan ve KAA deneylerinde kullanılması planlanan deney seti üzerindeki kontrol ağı topolojisi Şekil 3’te verilmiştir. Kontrol ağına doğrusal topoloji ve standart yol sonlandırma prensipleri kullanılmıştır [10,11]. Şekilde verilen standart yol sonlandırma direnci (Rt) 120ohm olarak alınmıştır.



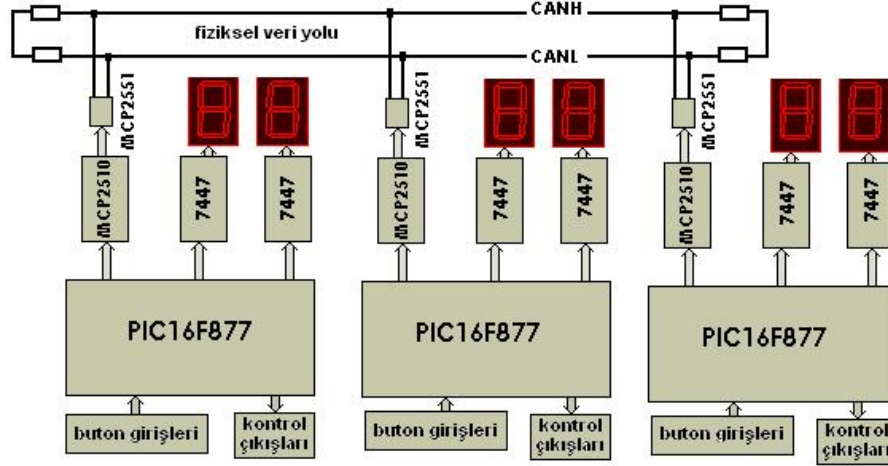
Şekil 3 Kontrol ağı doğrusal topoloji

Şekil 4’te tasarlanan deney seti blok diyagram olarak görülmektedir. Deney seti üzerinde bulunan her bir düğüm ağ üzerindeki diğer düğümlere mesaj gönderebilecek ya da diğer düğümlerden gelen mesajları kabul edebilecek

şekilde programlanmıştır. Her bir düğüm Microchip PIC16F877 mikro denetleyici, MCP2510 KAA kontrol edici ve MCP2551 KAA yol alıcısından oluşmaktadır. Ayrıca her bir düğüme ağ üzerinde seçilen başka diğer

düğüme istenen bir zamanda veri gönderilmesini sağlayan butonlar, sinyal işleme amacıyla harici analog ve sayısal girişler, düğümün ağ üzerindeki durumunu gösteren ledler ve gelen mesajların hexal olarak görüntülenebilmesi amacıyla 7-segment

görüntüleyiciler eklenmiştir. Mikro denetleyici tarafında farklı uygulamalarda kullanılması muhtemel olabilecek bir giriş-çıkış portu boş olarak bırakılmıştır.



Şekil 4 Deney seti blok diyagramı

4. SONUÇ

Bu çalışmada, günümüzde başta araçlar olmak üzere endüstriyel kontrol uygulamalarında yaygın olarak kullanılmakta olan Kontrol Alan Ağı protokolü incelenmiş ve gelecek yıllarda dahada popüler olacağı kanısıyla bilgisayar, elektrik-elektronik ve haberleşme mühendisliği bölümlerinin mikroişlemci laboratuvarlarında uygulamalı olarak öğrenilebilmesi amacıyla kullanılacak bir deney setinin tasarımı anlatılmıştır. Eğitim amaçlı olarak tasarlanan deney seti için gerekli yazılım kütüphaneleri oluşturulmuştur.

Bu deney setine ek olarak ilerde yapılması düşünülen iki uygulamadan biri, bilgisayar ortamında görsel bir ara yüze sahip, kontrol ağı üzerindeki düğümlere ait görevlerin dinamik olarak değiştirilebileceği yerel ağ ve/veya internet üzerinden yönetilebilir Kontrol Alan Ağı protokolü tabanlı bir kontrol ağı tasarımıdır. Diğeri ise kablosuz Kontrol Alan Ağı iletişim ortamı tasarımıdır.

KAYNAKLAR

[1] Bosch, CAN specification Version 2.0, Robert BOSCH GmbH, september 1991.
 [2] Farsi, M., Ratcliff, K., Babosa M., "An overview of Controller Area Network", Computing & Control Engineering Journal June, 113-120, 1999.

[3] Marino, P., Dominguez, M., A., Poza, F., Machoda, F., "Fieldbuses Education Using Training System Designed With State-Of-The-Art Technologies", 18th International Conference on Systems Engineering, 2005
 [4] Papadoglou, N., Stipidis, E., "Short message service link for automatic vehicle location reporting", IEEE Electronic Letters, Vol.35, No.11, 876-877, 1999.
 [5] Lee, H., Jeong, U., "A Study on Speed Synchronization for Multi-Motors Using Controller Area Network", IEEE 2000, 234-239,2000.
 [6] Hooi, T., C., Singh, M., Siah, Y., K., Ahmad, A., R., "Building Low-Cost Intelligent Building Components with Controller Area Network Bus", IEEE 2001, 466-468, 2001.
 [7] Lee, K., C., Lee, H., "Network-based Fire-Detection System via Controller Area Network for Smart Home Automation", Transaction on Intelligent Transportation System, Vol.50, No.4, 1093-1100, 2004.
 [8] Wargui, M., Rachid, A., "Application of Controller Area Network to Mobile Robots", IEEE 1996, 205-207,1996.
 [9] Ekiz, H., Kutlu, A., Powner, E.T., "Design and Implementation of a CAN/CAN Bridge", Proceedings of the ICC'96 3rd International CAN Conference, France, 1117-1126, 1996.
 [10] Microchip, "MCP2510 Stand Alone CAN Controller With Spi Interface", 2002.
 [11] Microchip, "MCP2551 High-Speed CAN Transceiver", 2000.