

Yapı Laboratuvarları İçin Elektronik Veri Toplama Sistemi ve “DATA-COLLECT” Bilgisayar Programı

Şevket ÖZDEN

Boğaziçi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 80815 Bebek, İstanbul

Abstract

The new generation measurement devices used in experimental investigations are the products of the latest developments in the field of electronics. In acquiring data via these devices, reliable electronic data acquisition systems are necessary. In order to fully utilise the capabilities of the measurement devices and the data acquisition system, computer programs capable of multi-channel synchronized scanning with predetermined frequency and graphical features are required.

In the work presented here, the development of a computer program for low frequency data acquisition systems is given and the data acquisition procedure with influencing ambient conditions and their precautions are listed. The system used consists of a minimum AT-80286 base computer, 16 single ended analog to digital conversion card, an amplifying-conditioning unit, and the measuring devices. Displacement transducers, inclinometers, strain-gauges, load cells, and pressure transducers are the possible electronic devices to be connected to the overall system.

A fully electronic data acquisition system with the above mentioned configuration and the computer program “DATA-COLLECT”, which is being presented here, is currently in use in the Structures Laboratory of Civil Engineering Department at Bogazici University.

Öz

Yeni nesil yük ve deplasman ölçüm cihazlarının oldukça hassas elektronik yöntemlerle veri topluyor olması, güvenilir ve hızlı veri toplama sistemlerinin oluşturulmasına sebep olmuştur. Toplanan verilerin belirli zaman aralıklarında, yani istenilen frekansta olması, daha sonra kullanılmak üzere elektronik ortamlarda

saklanabilmesi, ve veri toplama esnasında deneyin grafiksel olarak takip edilmesi gibi ihtiyaçlar bilgisayarlı veri toplama sistem ve programlarını ortaya çıkarmıştır.

Burada sunulan çalışmada, normal hızla elektronik veri toplama sistemleri için bilgisayar programı hazırlanması ve kullanılışı verilmektedir. Kullanılan veri toplama sistemi, en az AT-80286 tabanlı bir bilgisayar, 16 kanallı analog-dijital veri toplama kartı, sinyal yükseltici ve düzenleyici devreler ile elektronik ölçüm aygıtlarından oluşmaktadır. Sunulan sistem çerçevesinde kullanılabilecek elektronik ölçüm aygıtları şöyle sıralanabilir: Deplasman ölçerler, açı ölçerler, birim deformasyon geyçleri, yük hücreleri ve basınç ölçerler.

Bu çalışmanın konusu olan elektronik veri toplama sistemi ve "DATA-COLLECT" bilgisayar programı Boğaziçi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Yapı Laboratuvarında halihazırda kullanılmaktadır.

Giriş

İnşaat Mühendisliği yapı sistemlerinin deprem bölgelerine uygunluğunun araştırılması, yeni yapı elemanı detaylarının sistem bütünlüğüne etkisinin incelenmesi ve gelişen teknolojiyle beraber üretimi sağlanabilen yeni yapı malzemelerinin kullanılmasıyla birlikte yapı sistemlerinin davranış ve kapasitelerindeki değişmelerin değerlendirilmesi gibi konular, deneysel olarak incelenmesi gereken hususlardan sadece bazılarıdır. Deneysel araştırmalar, laboratuvar ortamında yapılabileceği gibi gerçek uygulamalar esnasında da olabilirler.

Günümüzde gelişmiş bilgisayar teknolojisi yardımıyla inşaat mühendisliği sistemleri oldukça hassas bir şekilde analiz edilebilmektedir. Aynı zamanda, programlar yardımıyla binalarda boyutlandırma ve detaylandırma da yapılabilmektedir. Ancak bütün bu programlar, şimdiye kadar pratikte kullanılmış olan yapı sistemleri ve yapı malzemelerinin davranış özelliklerinin doğru modellenmiş olmasıyla yakından ilgili olarak boyutlandırma ve detaylandırma yapabilirler. Hatalı modelleme veya yeni bir malzeme ve detayın eski modeller yardımıyla uygulanışı, geri dönüşü mümkün olmayan hatalar doğurabilir.

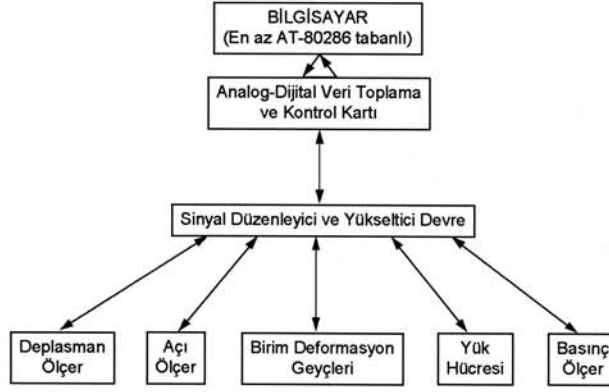
Yukarıda anlatılanlar ışığında, inşaat mühendisliği sistemlerinin dizayn ve yapım aşamalarında iyi analiz edilmiş deneysel verilerin kullanılması büyük önem taşımaktadır. Analiz, boyutlandırma ve detaylandırma aşamalarında kullanılan kabul şartlarının, üretim esnasındaki şartlardan oldukça farklı olduğu birçok inşaat mühendisinin de kabul ettiği bir gerçektir. İşte bu farklılıkların kapasite ve davranış üzerine etkisi ancak deneysel yöntemlerle tesbit edilebilir. Ayrıca, yapılan analizlerin genellikle malzeme ve sistemi elastik bölgede incelemesi ve deprem, rüzgar gibi aşırı yüklemelerde yapıların elastik ötesi bölgeye geçmesi de deneysel çalışmanın gerekliliğinin bir göstergesi olarak ortaya çıkar.

Deneysel çalışmaların büyük bir kısmının yapıldığı laboratuvarlardaki yükleme ve veri toplama sistemlerinin özellikleri, deney sonuçlarının güvenilirliğini etkileyen önemli unsurlardandır. Doğru kalibre edilmiş, tecrübeli bir ekip tarafından kullanılan sistemler deney sonuçlarının güvenilirliğini arttıran en önemli etkenlerden bazılarıdır. Birçok yapı laboratuvarında, yük hidrolik sistemler yardımıyla uygulanmaktadır ve bu laboratuvarların büyük çoğunluğunda da kullanılan sistemde deplasman kontrol ünitesi bulunmamaktadır. Bu kontrol ünitesinin eksikliğinden dolayı, elastik ötesi bölgeye geçen deney elemanlarında göçmeler çok ani ve hızlı oluşmaktadır. Sonuç olarak, göz ile yapılan veri toplama işlemi bu gibi durumlarda yetersiz kalmaktadır.

İlerleyen analiz yöntemlerinin ihtiyaçlarına cevap verebilecek deney düzeneklerindeki ölçüm sayısı da hızla artmaktadır. Hem daha çok noktada, hem de yüksek frekanslarda veri toplama zorunluluğu, verilerin elektronik ortamlarda toplanması fikrini ortaya çıkarmıştır. İnsan gücüyle yapılan veri toplama çalışmaları hataya çok açık olduğu gibi, araştırmacıların deney elemanlarının davranışını incelemek yerine sayılar arasında kaybolmasına da sebep olmaktadır. Buna karşılık, frekansı ve okuma noktaları önceden tayin edilmiş, programlanabilir elektronik ortamların veri toplamada kullanılışının en önemli faydaları deneyin rahatlıkla izlenmesi, çok ve yüksek frekanslarda veri toplanması olarak sıralanabilir.

Elektronik Sistem

Veri toplama sisteminin global olarak doğru çalışmasını sağlamak, doğru devre birleşimi ile mümkündür. Genellikle veri toplama sistemlerinde gönderilen ve geri alınan voltajlar arası fark fiziksel büyüklüklere çevrilerek kullanılır. Ancak elektronik ölçüm aygıtlarının oluşturduğu bu voltaj farkı oldukça küçüktür (mikro-Volt seviyesinde). Bu küçük voltaj değişimi ancak çok iyi dizayn edilmiş yükseltici devrelerden geçirilerek, analog-dijital veri toplama kartıyla okunabilir (Advantech, 1993). Burada kullanılan elektronik sistem şeması aşağıdaki gibidir:



Şekil 1 - Elektronik sistem şeması

Sinyal düzenleyici ve yükseltici devreler, elektronik ölçüm cihazlarına gönderdikleri DC voltajın dönüşünde oluşan farkı yükseltip kontrol kartına gönderir. Buradan dijital olarak bilgisayar hafızasına alınan değerler kalibrasyon katsayılarıyla çarpılarak fiziksel büyüklüklere çevrilirler ve manyetik diskler üzerinde saklanırlar; aynı anda ekranda grafiksel olarak istenilen kanallardan gelen veriler izlenebilir.

“DATA-COLLECT” Programının Yapısı

“DATA-COLLECT” veri toplama programı beş ana menü ve bunların altında çeşitli sayıda yardımcı menülerden oluşmuştur. Bunlar sırasıyla aşağıda verilmiştir:

File:

New Test : Yeni deney dosyasının adını alır ve oluşan verileri bu isimle açılan dosyada saklar.

Recording Time : Bu başlıkla veri toplama frekansı ayarlanır. Kanal okuma zaman aralığı 1 saniyeden 1 güne kadar değiştirilerek kısa süreli deneyler için kullanılabilirdiği gibi uzun süreli sünme, rötire ve zamana bağlı deformasyon deneylerinde de kullanılabilir.

Start Recording : “DATA-COLLECT” veri toplama programını çalıştırır. Bu komutla öncelikle kanallardaki başlangıç anındaki olası voltaj değerleri relatif olarak sıfır kabul edilir ve bundan sonraki değerler bu relatif sıfır okumasından farkları alınarak kalibrasyon değerleriyle çarpılır.

Continue Recording : Daha önce herhangi bir nedenle ara verilmiş olan deneylere devam etmek için kullanılır. Çünkü bu komutla relatif sıfır değeri olarak “Start Recording” komutuyla tesbit edilmiş olan değerler kullanılır. Bu komut yerine “Start Recording” komutu kullanılmış olsaydı, program bütün okumaları yeni tesbit edeceği relatif sıfırdan başlatacaktı.

Exit : Bütün açık dosyaların kapatılarak programdan çıkılmasını sağlar.

Calibrate:

Calibrate Channels : Bu komut kullanılarak, sistemdeki analog-dijital veri toplama kartının kapasitesi kadar olan veri kanalları kalibre edilir. Yani, bilgisayar tarafından okunan ve ± 2048 aralığında olan değerlerin fiziksel değerlere çevrilmesi için gerekli katsayılar bu editörden programa girilir. Sisteme yeni dahil edilmiş bir elektronik ölçüm aletinin kalibrasyon katsayısını bulmak için şu

işlemler yapılır: “*Calibration Factor*” kolonuna önce 1 değeri girilir. “*Raw Reading*” kolonundaki değerin aynısı “*Zero Raw Reading*” kolonuna yazılır. Bu sayede “*Calibrated Reading*” kolonunda 0 değeri okunur. Daha sonra elektronik ölçüm cihazına belirli bir fiziksel değer okutulur, ve bu fiziksel değer ekranda “*Calibrated Reading*” kolonunda oluşan değere bölünür. Elde edilen sayı gerçek kalibrasyon faktörüdür ve bu sayı “*Calibration Factor*” kolonuna yazılır. Bu işlem bütün kanallar için tekrarlanır ve sistem kalibre edilmiş olur.

Graphics:

Axis Equations : Deneyel araştırmalarda bazı değişkenlerin birbirlerine göre değişimlerinin deney esnasındaki değerlerini grafiksel olarak görmek büyük önem taşımaktadır. Bu grafikler sayesinde kesitlerin veya sistemin akma noktalarının tesbiti veya tersinen tekrarlanan yükleme durumlarında dönüş noktasının tayini oldukça kolaylaşır. “DATA-COLLECT” programı veri toplama esnasında eş zamanlı olarak XY tipi grafik çizme özelliği de taşır. Bahis konusu XY grafiğinde X ve Y eksenlerinden herhangi biri veya ikisi için denklem yazmak imkanı vardır. Bu denklemler program listesinin içine girmeden, program çalışırken “*Axis Equations*” komutuyla yapılabilir. Sürüm 1.0 itibariyle “DATA-COLLECT” programı denklem editöründe aşağıdaki matematiksel işlemler kodlanabilir:

12.123	: Ondalıklı nümerik değerler	COS	: Cosinüs fonksiyonu (radyan)
()	: Parantezler	TAN	: Tanjant fonksiyonu (radyan)
LOG	: 10 tabanına göre logaritma	CH	: Kanal göstergesi (CH3 vs.)
LN	: e tabanına göre logaritma	ABS	: Mutlak değer fonksiyonu
E	: e sayısı (2.71828)	^	: üst fonksiyonu
PI	: Pi sayısı (3.14159)	*, /, +, -	: Dört işlem
SIN	: Sinüs fonksiyonu (radyan)	(-1)	: Negatif sayı (parantez içinde)

Axis Scales : Deneyin grafik olarak takip edilmesi esnasında çizilen XY grafiğinin maksimum ve minimum değerlerinin programa verildiği alt menü başlığıdır. Toplanan verilerin eksen değerlerinden büyük olması durumunda,

program hata mesajı vermez. İstenildiğinde <ESC> tuşuyla program durdurulur, yeni eksen değerleri verilir ve “Continue Recording” komutuyla devam edilir.

Veri Toplama Sistemini Etkileyen Şartlar

Deney esnasında toplanan verilerin istenilen veriler olduğu ve istenilen frekansta toplandığından emin olmak ancak sistemin doğru bağlanması, iyi kalibre edilmesi ve programın doğru kullanılmasıyla mümkündür. Sistemde kullanılan elektronik ölçüm aletlerinin maksimum ölçümlerinde oluşturdukları voltaj farklılıkları birbirlerinden farklı olabilir. Bu durumda sistemdeki bütün kanallar teker teker kontrol edilmeli ve hepsinin maksimum ve minimum ölçüm değerlerinin analog-dijital veri toplama kartınca kabul edilebilir limitler arasında kalması sağlanmalıdır. Bu işlem sinyal düzenleyici devre üzerindeki rezistans potlarıyla yapılır.

Veri toplama sisteminin doğruluğunu, bir başka deyişle kalibrasyon faktörlerinin doğruluğunu etkileyen en önemli faktörlerden biri de atmosferik şartlarda oluşan ısı ve nem değişimleridir. Hatalı veri toplamaya sebep olan bu durumdan kurtulmanın en kısa ve sağlıklı yolu her deneyden önce kalibrasyon yapılmasıdır. Ancak zaman olarak hafta hatta ay bazında süren deneyler için ise sistemin iki kanalına takılacak sıcaklık ve nem ölçen aygıtlarla beraber sürekli okuma almak, ve deney sonunda kalibrasyon faktörlerini bu ısı ve nem oranlarıyla yeniden kalibre etmek gerekmektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi, veri toplama işlemi mikro-Volt mertebesindeki voltajların okunmasıyla gerçekleştirilmektedir. Bu kadar küçük voltaj değerlerinin okunması oldukça zor olduğu gibi, etrafta oluşan elektrik alanlardan etkilenmesi de çok kolaydır. Deney esnasında çalışmasına izin verilen bir yürür-gezer vinç, beton mikseri, vibratör ve hatta yakında kullanılan bir el matkabı dahi veri toplama sisteminin doğru çalışması üzerinde olumsuz etki yapabilir. Bu nedenle, deney esnasında bütün elektrikle çalışan cihazların kapatılmasında fayda vardır.

“DATA-COLLECT” Programının Kullanılışı

Bahis konusu veri toplama sistemi ve “DATA-COLLECT” programı kullanılarak yapılacak herhangi bir deney veya kalibrasyon işleminden önce yapılması gereken ilk ve en önemli aşama elektronik ölçüm cihazlarının voltaj limitlerini, analog-dijital veri toplama kartının limitleri içine getirmektir. Bu da sinyal düzenleyici devreler yardımıyla yapılır.

İkinci adım ise, her bir kanalın ayrı ayrı kalibrasyonunun yapılmasıdır. Çünkü, veri toplama sistemi ne kadar mükemmel olursa olsun, hatalı başlangıç değerleriyle başlayan bir işlem sonunda hatalı veriler üretilir. Özellikle sisteme yeni dahil edilen bir elektronik ölçüm aleti varsa, bu bütün sistemdeki rezistans dağılımını değiştireceğinden, sadece bahis konusu kanal değil, diğer kanallar da kontrol edilmelidir.

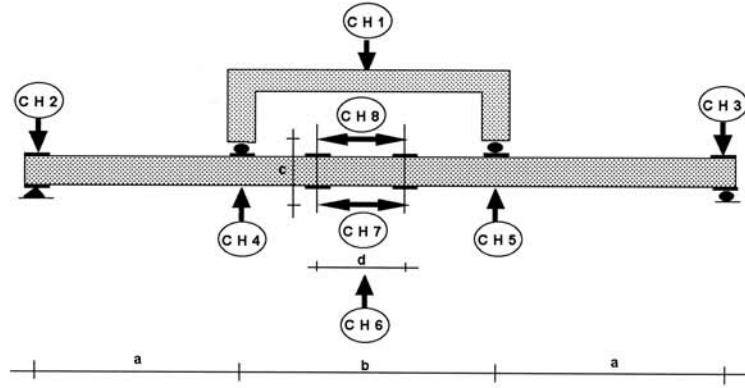
Deney esnasında grafiksel olarak takip etmek istediğimiz değişkenler ve denklemler yazılmalı ve bunların tahmini grafik limitleri belirlenmelidir. Grafik denklemlerinde yapılan hatalar hiç bir şekilde toplanan verileri etkilemeyeceği gibi, deneyden sonra da herhangi bir yere kaydedilmezler. Bu sadece, araştırmacının deneyi takibi açısından bir yardımcıdır.

Bütün bunlardan sonra yapılan deneyin ismi programa girilir ve “*Start Recording*” komutuyla veri toplama işlemi başlatılır.

Bazı Deneyler ve Örnek Grafik Denklemleri

Bu bölümde oldukça sık yapılan bazı deneylerin elektronik ölçüm cihazlarıyla donatılması ve elde edilen okumaların programdaki grafik denklemlerine ("Axis Equations") uyarlanmasıyla ilgili örnekler verilecektir.

Kirişlerde Moment-Eğrilik Eğimi



Şekil 2 - Kirişlerde elektronik ölçüm düzeneği örneği

- CH1 : Hidrolik sistemle verilen düşey yük
- CH2 ve CH3 : Sol ve sağ mesnet çökmeleri
- CH4 ve CH5 : Sıfır kesme kuvvetli bölgenin başlangıç ve sonundaki çökmeler
- CH6 : Açıklık ortasında kiriş çökmesi
- CH7 ve CH8 : Eğrilik eğimi okuma noktaları

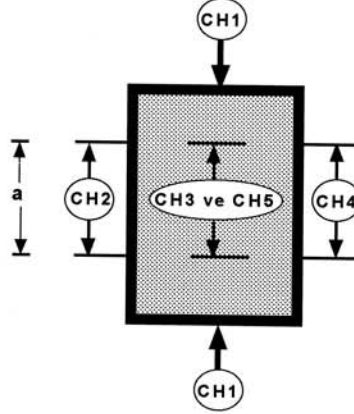
Grafik ekranında düşey eksende moment, yatay eksende eğrilik eğimi görmek için

X - Axis	$(ABS(CH7/d)+ABS(CH8/d))/c$
Y - Axis	$(CH1/2)*a$

Grafik ekranında düşey eksende yük, yatay eksende açıklık ortasındaki net kiriş çökmesini görmek için

X - Axis	$CH6-(CH2+CH3)/2$
Y - Axis	CH1

Kolonlarda Eksenel Yük - Eksenel Deformasyon



Şekil 3 - Kolonlarda elektronik ölçüm düzeneği örneği

CH1 : Hidrolik sistemle verilen düşey yük

CH2, CH3, CH4, CH5 : Kolonun dört tarafındaki deformasyon okumaları

Grafik ekranında düşey eksende yük, yatay eksende eksenel birim deformasyon görmek için

X - Axis	$(CH2+CH3+CH4+CH5)/(4*a)$
Y - Axis	CH1

Kaynaklar

Advantech, PC-LabCard Series, PCL-812 Enhanced Multi-Lab Card User's Manual, 1993, Taiwan

18 Haziran 1996 , Salı

OTURUM IV

(İTÜ İnşaat Fakültesi Konferans Salonu)

- 9:30 N. Harmancıoğlu
Su Kaynaklarının Yönetiminde Bilgisayar Modellerinin Kullanılması
- 10:30 Ara

OTURUM V A

(İTÜ İnşaat Fakültesi Konferans Salonu)

Başkan : F. Karadoğan

- 11:00 K. Güler, M. Öztunç
Taşıyıcı Sistemi Düzensiz Bir Binanın Statik ve Dinamik Davranışı
- 11:30 Ş. Özden
Yapı Laboratuvarları İçin Elektronik Veri Toplama Sistemi ve "DATA-COLLECT" Bilgisayar Programı
- 12:00 G. Altıntaş, S. Aydın
Yapay Sinir Ağlarının Beton Üretiminde Çok Amaçlı Kullanımı
- 12:30 H. Kaplan, Ş.M. Şenel
Animasyon ile Yapı Laboratuvarı Deneyleri

OTURUM VI A

(İTÜ İnşaat Fakültesi Konferans Salonu)

Başkan: Z. Celep

- 14:30 İ.H. Çağatay, C. Dündar
Prizmatik ve Prizmatik Olmayan Öngerilmeli Beton Kirişlerin Optimum Tasarımı
- 15:00 M. Bağcı, M.F. Altan
Dolgu Duvarlı Düzlemsel Çerçevelerin Farklı Yüklemeler Altında Davranışının Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Analizi
- 15:30 A. Arslan, P. Turgut
Yapı Mühendisliğinde, Genetik Algoritmalar ve Uygulama Potansiyeli
- 16:00 Y. Özçelikörs
Levhaların Karma Sonlu Eleman Formülasyonu ve Uygulamalar

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİNDE
BİLGİSAYAR KULLANIMI
V. SEMPOZYUMU**



17-19 Haziran 1996

**Düzenleyen
İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
İNŞAAT FAKÜLTESİ**

PROGRAM