

Bilgisayar Erişimli Programlanabilir Şırınga Pompası ve Grafiksel Yazılım Arayüzünün Geliştirilmesi

Development of Computer Accessible Programmable Syringe Pump and Its Graphical Computer Interface

Şermin Bilginer ve Gökhan Ertaş

Biyomedikal Mühendisliği Bölümü
Yeditepe Üniversitesi
gokhan.ertas@yeditepe.edu.tr

Özetçe

Damar içi ilaç akıtımı genellikle şırınga pompaları kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu çalışma kapsamında sabit, programlanabilir bir elektronik şırınga pompası ve etkin kullanımını sağlayacak bilgisayar yazım arayüzü geliştirilmiştir. Geliştirilen şırınga pompası, bir mekanik yapı, bir servo motor, mikrodenetleyici, bir gerilim besleme katı ve bir bilgisayar bağlantı modülünden oluşmaktadır. Pompanın kalibrasyonu için 5ml şırınga ile denemeler yapılarak istenen bir akıtım debisi için servo motorun ihtiyaç duyduğu dalga darbe genişliği ilişkisi çıkarılmıştır. Yazılım arayüzü ile pompanın bilgisayara bağlanmış olduğu seri port seçilir. Tatbik edilmek istenen akıtım debisi ve süresi girilerek bir liste oluşturulur. Listeye her giriş sonrası toplam hacim miktarı otomatik olarak hesaplanır. Liste oluşturma işlemi tamamlandıktan sonra benzetim yapılarak zaman içerisinde verilecek hacim hakkında görsel olarak operatör bilgilendirilir. Sonrasında akıtım başlatılır. Akıtım sürecinde şırınga içerisindeki hacim sürekli olarak güncellenir. Akıtım süreci operatör tarafından anında durdurulabilmektedir.

Anahtar Kelimeler — Şırınga pompası; mikrodenetleyici, bilgisayar, yazılım.

Abstract

Administration of medicine through vessels is usually carried out using syringe pumps. In this study, a programmable electronic syringe pump and a computer software computer interface that ensures the effective use of the pump has been developed. The syringe pump developed has a mechanical structure, a servo motor, a microcontroller, a power supply stage and a PC connection module. Calibration of the pump is done by performing several experiments with a 5ml syringe to clarify the relationship of the wave pulse width required by the servo motor to provide the desired flow rate. Using computer software interface, the serial port which the pump is connected to is selected first. A list is created by entering the flow rate and the time. After each entry, total volume is automatically calculated. Once the list is completed, a simulation can be executed to visually inform the operator about the volume to be administered. Next, administration process is started. Volume in the syringe is continually updated during administration.

The process can be stopped immediately at any time by the operator.

Keywords — Syringe pump; microcontroller; computer; software

1. Giriş

Damar içi ilaç akıtımı genellikle şırınga pompaları kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Elektronik şırınga pompaları, standart ölçülerdeki şırıngaları doğrusal hareket ettiren mekanik bir yapı ve bu mekanik yapıyı gerektiği biçimde kontrol eden elektronik devrelerden oluşur. Elektronik devrenin beyni olan mikroişlemciye yüklü yazılımla mekanik yapının en temel bileşeni olan adım motorun hareketi yönetilir. Bu hareket bir dişli mile iletilerek doğrusal hareket gerçekleştirilir ve bu hareket şırınganın ucunda sürekli bir kuvvete sebebiyet verir. Motorun önüne yerleştirilmiş bir kodlayıcı yardımıyla hareket bilgisi sürekli algılanır ve geri besleme olarak kullanılır. Taşınabilir veya sabit elektronik pompaları üzerinde bir takım tuşlar bulunmaktadır. Bu tuşlar vasıtasıyla ilaç akıtım debisi uzman personel tarafından hedeflenen değerlerde elle ayarlanır. Bu ayarlanabilme özelliğinden birçok tıbbi tedavide farklı yaş grupları için oldukça faydalanılmaktadır [1].

Bu çalışma kapsamında sabit, programlanabilir bir elektronik şırınga pompası ve etkin kullanımını sağlayacak bilgisayar yazılımı geliştirilmiştir. Sistemin detaylı anlatımı aşağıda verilmektedir.

2. Geliştirilen Şırınga Pompası

Geliştirilen şırınga pompası, bir mekanik yapı, bir servo motor, mikrodenetleyici, bir gerilim besleme katı ve bir bilgisayar bağlantı modülünden oluşmaktadır.

2.1. Mekanik Yapı

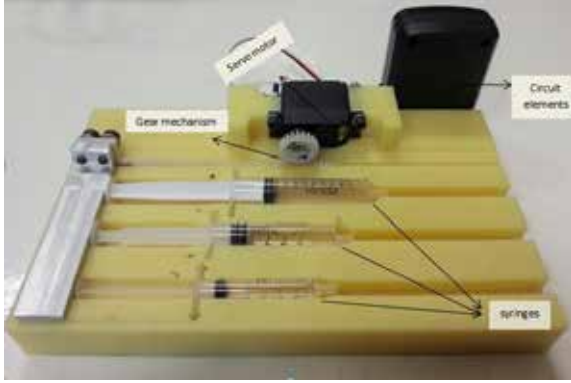
Mekanik yapı, döküm yoluyla imal edilen ve polyamid grubundan bir malzeme olan Kestamid kullanılarak üretilmiştir. Bu malzeme sıkı bir dokuya ve sertliğe sahiptir. Özellikle aşınma mukavemeti çok yüksektir. Metallerle sürtünerek çalışma durumunda daha yüksek aşınma dayanımına ulaşır. Malzemenin kendine has özellikleri Tablo 1' de görüldüğü gibidir. Dikdörtgen blok halinde gelen malzemenin üzerinde oyuklar açılarak servo motor, dişli mekanizması ve şırınga yuvaları yerleştirilmiştir (Bakınız Şekil 1).

Tıbbi Cihaz Tasarımı 3

2. Gün / 16 Ekim 2015, Cuma

Tablo 1. Kestamid malzemesinin özellikleri

Özgül Ağırlığı (kg/dm ³)	1,15
Isı İletkenliği (Kcal/Sa/Cm/°C)	1,79 – 2,53
Genleşme Katsayısı (°C)	79,2×10 ⁻⁶
Su Emiciliği (24 Saat)	% 0,6
Yanma Hızı	Kendiliğinden Söner



Şekil 1: Mekanik yapı.

2.2. Servo Motor

İçinde sürtünmeyi minimuma indirmek için iki adet rulmana sahip ve sürekli dönebilen bir servo motor yer almaktadır (SM-S4303R, SprinRC). Boyutları 39,5×20,5×42 mm olan ve 44gr ağırlığındaki bu motor 6V' gerilimle beslendiğinde dakikada 70 devir hıza ve 4,8 kg/cm torqa ulaşabilmektedir.

2.3. Mikrodenetleyici ve Yazılımı

Geliştirilen pompada PIC18F2550 (Microchip Technology, Arizona, ABD) mikrodenetleyicisi bulunmaktadır. Bu entegre düşük maliyeti, yüksek performansı ve kolay kullanılabilirliğinden ötürü çoğu biyomedikal cihazda yer almaktadır. 32KB FLASH program belleği ve 2048 bayt rasgele erişim veri hafızası ile donatılmıştır. Toplamda yirmi sekiz bacağına sahip bu entegrenin yirmi üç bacağı giriş / çıkış kullanımı için programlanabilir. Geliştirilen pompada bu bacaklardan RB7 bacağı servo motora çalışması için ihtiyaç duyduğu dalga darbelerinin iletimi için kullanılmaktadır. RX ve TX bacakları ise USB-UART dönüştürücü modül üzerinden mikrodenetleyicinin kişisel bilgisayar ile bağlantısını sağlar.

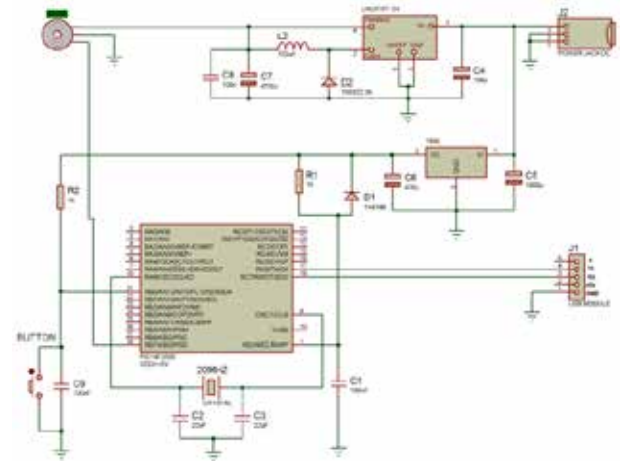
Yukarıda anlatılan fonksiyonları gerçekleştiren mikrodenetleyici yazılımı Proton Basic programlama dili kullanılarak geliştirilmiş ve PICkit2 programlayıcısı yardımıyla mikrodenetleyicinin içine kaydedilmiştir.

2.4. Gerilim Besleme Katı

Tasarlanan pompada yer alan mikrodenetleyici ve servo motor +5V DC gerilimle beslenmektedir. Bu gerilim, motorun ihtiyaç duyduğu yüksek akım seviyesi göz önüne alınarak harici bir güç adaptöründen uygun kondansatörler bağlanmış iki farklı voltaj düzenleyici tümleşik devresi içeren besleme katları tarafından sağlanmaktadır. LM7805 voltaj düzenleyici tümleşik devresi içeren besleme katı ile mikrodenetleyici, LM2576 voltaj düzenleyici tümleşik devresi içeren besleme katı ile ise servo motor beslenmektedir.

2.5. Bilgisayar Bağlantı Modülü

Geliştirilen pompada kişisel bilgisayarla bağlantı sağlamak için kullanımı kolay bir USB-UART çevirici modülü yer almaktadır. Bu modül dört adet bağlantı bacağına sahiptir: GND (Ground), TXD (Veri Aktarma), RXD (Veri Alma), + 5V DC güç bacağı. RXD ve TXD bacakları düzgün veri aktarımı sağlamak için mikrodenetleyicide adanmış TX ve RX bacaklarına bağlanmıştır. GND bacağı ise toprak hattına bağlantı sağlamaktadır. Tasarlanmış olan şırınga pompasının tüm elektronik devresi Şekil 2' de görülmektedir.



Şekil 2: Elektronik pompaya ait tüm elektronik devre.

2.6. Kalibrasyon

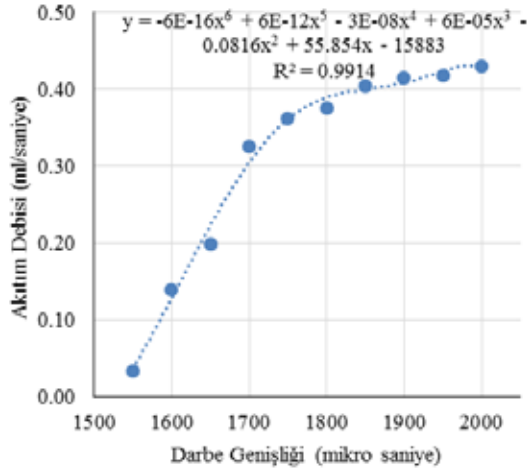
Geliştirilen pompanın kalibrasyonu için 5ml şırınga ile birçok deneme yapılmıştır. Denemelerde farklı darbe genişliklerinde kare dalgalar servo motora uygulanarak motorun farklı açılarla dönmesi sağlanarak ortaya çıkan doğrusal hareketin süresi ve şırınga sapının yer değiştirmesi not edilmiştir. Elde edilen verilerle yapılan hesaplama sonucunda Tablo 2 oluşturulmuştur. Bu tablodaki girdiler kullanılarak Şekil 3' de görülen çizim elde edilmiştir. Bu çizime doğrusal olmayan bir eğri uydurularak istenen bir akıtım debisi için motorun ihtiyaç duyduğu dalganın darbe genişliği ilişkisi çıkarılmıştır.

Tablo 2. Kalibrasyon sonuçları.

Darbe Genişliği (mikro saniye)	Akıtım Debisi (ml/saniye)
2000	0,430
1950	0,418
1900	0,415
1850	0,403
1800	0,376
1750	0,362
1700	0,326
1650	0,198
1600	0,139
1550	0,034

Tıbbi Cihaz Tasarımı 3

2. Gün / 16 Ekim 2015, Cuma



Şekil 3: Darbe genişliği akıtım debisi ilişkisi.

2.7. Bilgisayar Yazılımı

Kalibrasyon sonucu elde edilen darbe genişliği akıtım debisinin programlanabilir bir biçimde kullanımı ve benzetim uygulaması için MATLAB ortamında bir grafik arayüzü geliştirilmiştir. Bu ara yüzün ekran görüntüsü Şekil 4’ de görüldüğü gibidir.

Arayüz ilk çalıştırıldığında açılan pencerenin üst kısmında yer alan “Seri Port” panelinden pompanın bilgisayara bağlanmış olduğu seri port seçilir. Sonrasında bu port 9600baud hızda ayarlanır. Sonrasında sol kısımda yer alan panelde tatbik edilmek istenen akıtım debisi ve süresi seçilerek bir liste oluşturulur. Listeye her giriş sonrası toplam hacim miktarı

otomatik olarak hesaplanır. Liste oluşturma işlemi tamamlandıktan sonra kullanıcı “Simulate” tuşuna tıkladığında benzetim yapılarak zaman içerisinde verilecek hacim hakkında görsel olarak kullanıcı bilgilendirilir. Bu aşamada servo motora gönderilecek darbe genişlikleri otomatik hesaplanır. Kullanıcının “Execute” tuşuna tıklamasıyla akıtım başlatılır. Akıtım sürecinde şırınga içerisindeki hacim sürekli olarak güncellenir. Akıtım süreci kullanıcının “Urgent Stop” tuşuna tıklamasıyla anında durdurulabilmektedir.

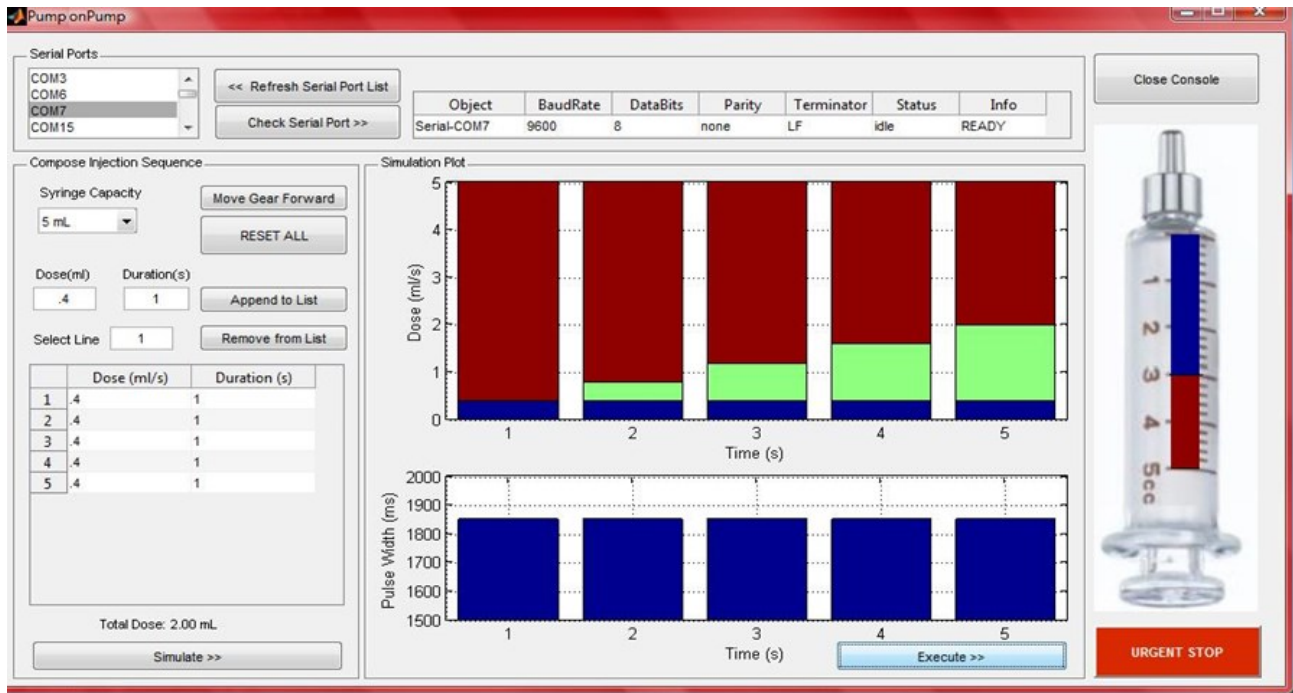
3. Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında, bilgisayar erişimli programlanabilir bir şırınga pompası ve etkin kullanımı sağlayacak bir yazılım arayüzü geliştirilmiş bulunmaktadır. Yazılım sayesinde operatör kolayca, istediği akıtım listesini oluşturmakta ve akıtım benzetimlerini gerçekleştirebilmektedir.

Bu çalışmada istenen bir akıtım debisi için servo motorun ihtiyaç duyduğu dalganın darbe genişliği ilişkisi 5ml şırınga için belirlenmiştir. Bununla birlikte geliştirilen pompa 2,5 ml ve 10 ml’lik şırıngalarında kullanımı için gerekli yerleşime sahiptir. Bu farklı boyutlardaki şırıngalar için ek denemeler yapılması ve yazılımın güncellenmesi ilk aşamada hedeflemekteyiz. Öte yandan yeni nesil pompalarda kullanıcı hastanın ağırlığını, ilaç yoğunluğu ve hacmi girmesiyle birlikte hastaya verilmesi gereken akıtım debisi otomatik olarak ml/dk cinsinden hesap edilmektedir. Bu özelliği yazılımımıza eklemeyi planlamaktayız.

4. Kaynakça

- [1] Turpcu, M. “Tıbbi Şırınga Pompaları için Tıkanıklık Basıncı Ölçme Cihazı,” *ITU Yüksek Lisans Tezi*, 2013.



Şekil 4: Geliştirilen arayüz.