

Development of a Microprocessor Controlled Embroidery Machine

M.Z. ABDULMUNIN, Assoc. Prof.
Dept. of Mechanical Engineering

S.F. SIRAJ; K. KUMARARUBAN; M. W. AW
Dept. of Electrical Engineering University of Malaya

A drive system for a microprocessor based embroidery machine has been developed for domestic application. The system controls two stepper motors to produce the embroidery patterns. The system is designed for ease of handling by the user as well as flexibility in choosing the pattern. Therefore, it is interfaced to a keypad and an LCD. A software has been developed to create the pattern for the alphabet "L" and "V". An experiment was also carried out to determine the resolution of the pattern.

1. INTRODUCTION

Creating a well designed, uniform and beautifully finished embroidery pattern has traditionally been the exclusive job of a skillful person. The normal sewing machine, even one specially designed for embroidery, simulates the movement in one direction only. The user has to move the frame on which the cloth is fastened, or a special knob on the latter models, to get the required pattern. Apart from the skill required, the process also requires a lot of time especially in producing complicated patterns. To overcome these setbacks, automated embroidery machines have been in use for some time for commercial purposes, but targeted mainly for mass production of embroidered products. These machines are mostly too expensive for the domestic users. Therefore, a low-cost machine having similar features should be a handy and useful tool for the non-commercial users.

The objective of the study is to accomplish the required embroidery pattern using a low-cost microprocessor based control unit. The embroidery machine is interfaced to a CPU, an Intel 8088 microprocessor, its supporting devices and input/output devices all built on a programmable motherboard. It incorporates 8 pa-

irs of driver for the two stepper motors attached to the x-y table. The design of a rigid, precise and vibrationless x-y table without the high price tag as in the market, is also included in this study which involves personnels from both the electrical and mechanical engineering departments of the University of Malaya.

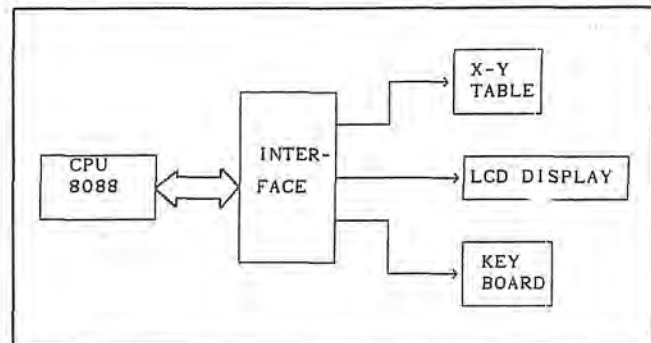


Figure 1. Overall Layout of the System

Şekil 1. Sistemin genel dizilişi

2. HARDWARE SETUP

Figure 1 shows the overall layout of the system. The Intel 8088, chosen for its versatility, controls all the read or write operation and can operate either in minimum or maximum mode. Therefore the system can always be expanded to include more than one processor when put in maximum mode. The system software as well as the pattern programs are held in the 32K EPROM. Two programmable peripheral interface (PPI) ICs, 8255, are used in the project. PPI#1 is used to send and receive data from the LCD whilst PPI#2 is used to control the movement of the motors. A 8279 IC is used to interface a 4x4 matrix keyboard as it can perform the three tasks needed for controlling a keyboard. In order to view instructions to be followed as well as the pattern to be embroidered on the cloth, a high contrast, large viewing angle LCD module with built-in MOS driver and controller is used. The controller is equipped with an internal character generator ROM and a RAM for data display. All display functions can be controlled by the CPU.

The stepper motors used are the Sanyo-Denki Step-Syn 103-775-6 model with step angle of 1.8° per step and it is a unique type of motor useful for moving things in small increments. The two motors, with four phases per motor, require eight pairs of driver. Each driver, shown in Figure 2, consists of the C945 transistor which acts as the switching transistor. It supplies base current to the TIP120 transistor which is a darlington pair responsible for increasing the current level fed to the motor. Figure 3 shows the circuit diagram of the completed hardware setup.

3. SOFTWARE DEVELOPMENT AND PATTERN GENERATION

The software of the system was developed using the Intel 8086/8088 assembly language. Initially the

Mikroişlemci Kontrollü Bir Nakış Makinasının Geliştirilmesi

Çeviren: Ziya ÖZEK

Y. Doç. Dr.

Uludağ Ün., Müh. Fak.

Bir mikroişlemci tabanlı nakış makinası için bir sürücü sistem geliştirilmiştir. Sistem nakış desenlerini elde etmek için iki step motorunu kontrol eder. Bu sistem kullanıcıya işleme kolaylığı sağlamak kadar desen seçimindeki esnekliği de artırmak için tasarlanmıştır. Bu nedenle bir anahtarlı kumanda tablosuna ve LCD göstericiye arabirim üniteleriyle bağlanmıştır. Alfabedeki "L" ve "V" harflerine karşı gelen desenleri üreten bir yazılım geliştirilmiştir. Ayrıca, desenin çözünürlüğünü belirlemek için bir deney de yapılmıştır.

1. GİRİŞ

İyi tasarlanmış, tekbiçimli, düzgün ve güzelce işlenmiş nakış motifleri geleneksel olarak yetenekli kişilere özgü seçkin bir iş olarak süregelmiştir. Normal dikiş makinası, hatta özellikle nakış için yapılmış bir makina bile hareketi yalnızca bir yönde verir. Kullanıcı istenilen deseni elde etmek için kumaşın bağlandığı çerçeveyi (ya da kasnağı) ya da daha gelişmiş modellerde özel bir düğmeyi hareket ettirmek zorundadır. Gerekli becerinin yanısıra bu işlem, özellikle karmaşık desenlerin işlenmesinde, çok fazla zamana da gereksinme duymaktadır. Bu eksiklikleri gideren ticari amaçlı nakış makineleri belli bir süredir kullanılmaktadır, fakat bunlar genelde nakış ve brode işlemeli ürünlerin büyük parti üretimleri için amaçlanmışlardır. Bu makineler evlerde yerleşik yerel kullanıcılara çoğu kez çok pahalı gelir. Bu yüzden, benzer özelliklere sahip, düşük maliyetli bir makina ticaret dışı kullanıcılar için çok pratik ve yararlı bir alet olacaktır.

Bu çalışmanın amacı istenilen nakış motifini düşük maliyetli, mikroişlemci tabanlı kontrol ünitesini kullanarak gerçekleştirmektir. Nakış makinası, Intel 8088 mikroişlemci, yardımcı donanımlar ve giriş/çıkış (I/O) ünitelerinden oluşan ve tümü programlanabilen bir ana pano üzerine kurulu merkezi işlem birimine (CPU) arabirim kartıyla bağlanmıştır. Sistem x-y tablasına bağlı iki step motoru için 8 çift sürücüyü de içerir. Riyit, hassas ve titreşimsiz bir x-y tablosunun piyasadaki yüksek bedeli nedeniyle tasarımı da bu çalışma kapsamına alınmış ve üniversite'nin Elektrik ve Makina Mühendisliği Bölümleri elemanlarının işbirliğiyle yürütülmüştür.

2. DONANIM DÜZENLEMESİ

Sistemin genel düzeni Şekil. 1'de görülmektedir. Esnekliği ve ucuzluğu için seçilen Intel 8088 mikroişlemcisi tüm okuma ve yazma işlemlerini kontrol eder ve minimum ya da maximum modlardan birinde çalışabilir. Bu nedenle sistem, maksimum modda çalışırken birden fazla işlemcisi kapsayacak biçimde her zaman genişletilebilir. Sistem yazılımlarıyla birlikte desen programları bir 32 K EPROM üzerinde yer alır. İki tane programlanabilen çevre ünitesi arabirim kartı (PPI), IC 8255, de bu projede kullanılmıştır.

PPI # 1 LCD göstericisine veri gönderme ve alma için kullanılırken, PPI # 2 motorların hareketini kontrol için kullanılmıştır. Ayrıca bir IC 8279 arabirim kartı da klavyenin kontrolü için gerekli üç işlevi yapabilmesi nedeniyle, bir 4x4

matrisli kumanda tablosu ile tetişimi sağlamada kullanılmıştır.

Uyulacak komutların ve kumaş üzerine işlenecek desenin izlenebilmesi amacıyla yüksek karşıtlıkta, geniş görüş açılı ve yapısında yerleşik MOS sürücü ile kontrol ünitesi bulunan bir LCD modülü kullanılır. Kontrol ünitesi bir dahili karakter kodlayıcı ROM ve veri örüntüleme için bir RAM ile donatılmıştır. Tüm görüntü fonksiyonları CPU tarafından kontrol edilebilir.

Kullanılan step motorları Sanyo-Denki Step-Syn 103-775-6 model olup adım açısı her bir adım için 1,8°'dir ve küçük artışlarla cisimlere hareket verebilen yararlı özelliğiyle kendine özgü bir motor tipidir. İki motor, her biri için 4 faz olmak üzere, toplam 8 çift sürücüye gerek duyar. Her sürücüde, Şekil. 2'de görüldüğü gibi, açıp kapama tranzistörü olarak çalışan c945 tranzistör yer alır. Bu tranzistör, motora beslenen akım düzeyini ve yükseltmekle yükümlü Darlington Kuvvetlendiricisi olan TIP 120 tranzistörüne baz akımını sağlar. Tüm donanım düzeninin diyagramı Şekil. 3'de verilmiştir.

3. YAZILIM GELİŞTİRME VE DESEN ÜRETİMİ

Sistemin yazılımı Intel 8086/8088 makina dilini kullanarak geliştirilmiştir. Başlangıçta yazılım, sistemde yer alan tüm aygıtların adreslerini belirler ve sıfırlama yaparak başlama konumuna getirir. Bu işlemi x-ve y- motorlarına spesifik deseni yaratacak sinyal dizisinin (pulse sequence=atım dizisi) gönderimini sağlayan program komutları ve prosedürleri/arâ işlemleri izler.

program declares the addresses of all the devices involved and initialise them. This is followed by the program instructions and the procedures/subroutines which are used to send pulse sequences to the x and y motors to create specific patterns.

The cloth movement is performed along cartesian x-y coordinates as the motors are placed perpendicular to each other. To create diagonal lines, movements have to be done in steps.

The most part of software development of this study is centered around producing embroidery patterns for alphabets. When the system expands, other patterns will be included as well as control programs to coordinate sewing operations such as cloth movement, sewing needle speed and detection of broken needle with fetching of patterns. The two alphabets chosen are the "L" letter, to represent perpendicular lines, and the letter "V" to represent slanting lines as most alphabets have these characteristics. Therefore, the procedures meant for these two letters can be used for all the possible alphabets except for those with curves such as 'O' and 'C'. However, even such alphabets can make use of the same procedures as they can be displayed in the similar way as they are produced on the 7-segment display.

The patterns, (or alphabets at this stage of study), that are to be sewn on the cloth can be divided into some basic movements. These lines include lines up and down, lines left and right as well as slanting lines. The pattern going up and down is controlled by the y motor, so the required pulse sequences are sent to this motor. First a 1100 pulse is sent to Port B of PPI#2 after which the program goes through a delay. This pulse will create holding torque on motor-y. After this the ROL instruction rotates the MSB to the left and the next sequence is sent to the motor, causing it to step forward. To make the movement continuous, the process is repeated as needed. A movement in the opposite direction is achieved by the ROR instruction which reverses the sequence of pulses. By sending a 40-step sequence continuously, a straight line which averages about 1.5 cm is obtained. A procedure named "YLUP" and "YLDOWN" are used to achieve the movements in the y direction.

Left or right movement is effected by sending similar pulse sequences to the x-motor. The "XLEFT" procedure draws a line along the x-axis to the left, while the "XRIGHT" procedure does the opposite direction.

In order to draw a slanting line, both motors must be controlled simultaneously. Since only one motor is controlled for this project at any instant, an angled line is obtained by drawing in steps. This is shown in Figure 4, which is accomplished by the "PATTERN" procedure. Similar line in the opposite direction can also be drawn by another procedure called "PATTERN1". Both these procedures are used in alphabets

that have perpendicular or horizontal lines only, such as the letters 'L' or 'I'.

Another form of angled lines are required in alphabets such as the letters 'V' or 'W' and this is shown in Figure 5. It is observed here that the displacement along the x-axis is less than the displacement along the y-axis. This criteria enables slanting lines to be produced and its is achieved by the "PATTERN2" procedure.

The motor movement for pattern 'L' is shown in Figure 6, where it can be seen that the letter can be broken into smaller blocks which repeats itself 5 times in the vertical direction and 2 times in the horizontal direction. Figure 7 shows the corresponding movement for the alphabet 'V', which in turn can be broken into two slanting lines.

4. RESOLUTION

An experiment was carried out to find the resolution of the steps. For a given number of steps to the motor, the length of the line drawn was obtained from the x-y table. The readings obtained are shown in Table 1. The length, *l*, of the line shown in the table is an average of 5 readings.

Table 1. Measurements of line length for given number of steps

Tablo 1. Belirli adım sayıları için çizgi uzunluğu ölçümleri

Number of steps, <i>n</i> (Adım sayısı, <i>n</i>)	Length of line, <i>l</i> (cm) (çizgi uzunluğu, <i>l</i>)
20	0.75
30	1.10
40	1.50
50	1.80
60	2.20

Figure 8 shows a graph of *l* vs the number of steps, *n*. The gradient of the graph gives the resolution of the x-y table.

From the graph:

$$\Delta l = 2.02 \text{ cm}$$

$$\Delta n = 55 \text{ steps}$$

Therefore, the resolution is found to be 0.0367 cm.

A theoretical calculation of the resolution of an ideal x-y table is 0.0345 cm. Therefore, the resolution of the designed table is rather good even though it is not rigid enough to produce sharply defined edges.

5. CONCLUSIONS

The hardware and software for a microprocessor-based automatic embroidery machine has been developed successfully. Application in the domestic and small-scale textile manufacturing industry is feasible as the system is low-cost and flexible as the pattern

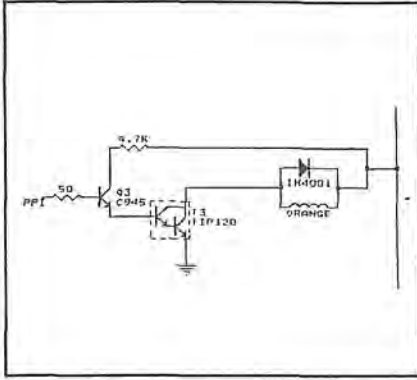


Figure 2. The circuit of driver unit.
Şekil 2. Sürücü ünite devresi

Motorlar birbirlerine dik olarak yerleştirildiklerinden kumaş hareketi x-y kartezyen koordinatları doğrultusunda gerçekleşir. Köşegenel çizgiler elde edebilmek için hareketlerin adımlar biçiminde yapılması gerekir.

Bu çalışmadaki yazılım geliştiriminin büyük kısmı alfabeye karşı gelennakış desenleri üretmek üzerine yoğunlaşmıştır. Sistem genişletildiği zaman; kumaş hareketi, dikiş iğnesi hızı, kırık iğnelerin saptanması ve desenin tamamlanması gibi dikiş ve nakış işlemlerinin koordinasyonunu sağlayacak kontrol programları ile diğer desenler de dahil edilecektir. Alfabedeki "L" harfi ve "V" harfi sırasıyla, diğer harflerin çoğunu da karakterize eden, dik çizgileri ve eğik çizgileri vermeleri nedeniyle seçilmişlerdir. Dolayısıyla bu harfler için geliştirilen prosedürler, alfabenin eğrileri içeren "O" ve "C" gibi harfleri dışında kalan diğer tüm harfleri için kullanılabilir. Ancak bu harfler, sayısal gösterim tekniğinde elde edilmelerine benzer şekilde, aynı prosedürlerin kullanımıyla da yaratılabilirler. Kumaşa dikişle işlenecek desenler (ya da çalışmanın bu aşamasında harfler) bazı basit hareketlere bölünebilir. Bu hareketler, yukarı-aşağı ve sağa-sola uzanan çizgilerin yanısıra eğik çizgileri de içerir. Aşağı ya da yukarı doğru uzanan desenler y-motoru tarafından kontrol edilir, bu nedenle de gerekli atım (pulse) dizisi bu moto-

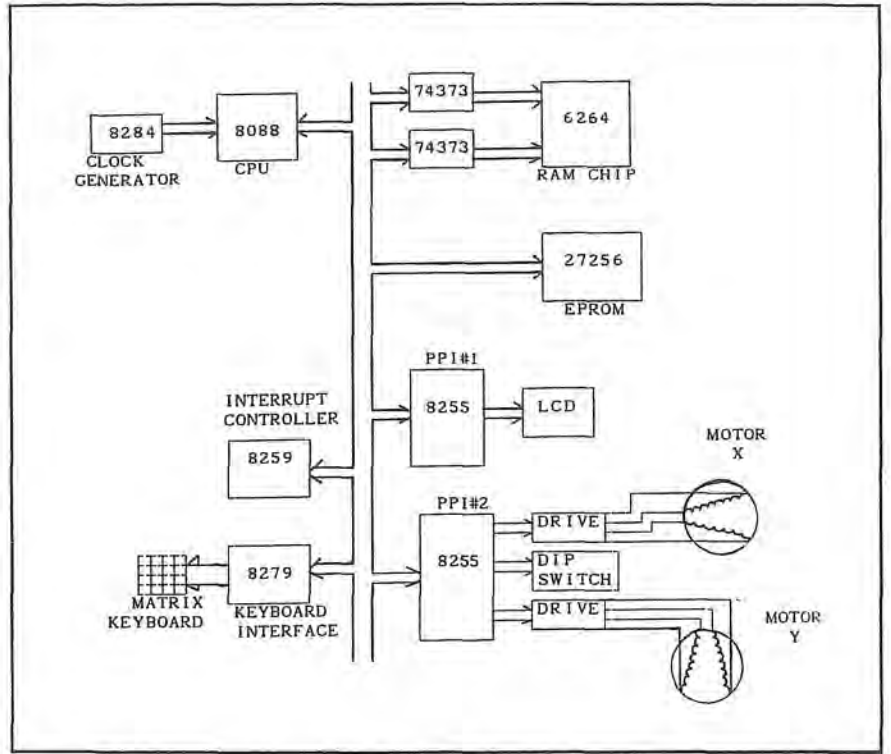


Figure 3. The circuit diagram of the whole hardware setup.
Şekil 3. Tüm donanım konfigürasyonunun devre diyagramı

ra gönderilir. İlk olarak PPI # 2'nin B portuna bir 1100 atım dizisi gönderilir ve bunun ardından program bir gecikmeye uğrar. Bu atım y-motorunda bir buru 5torque yaratır ve bunu izleyerek ROL komutu BSB'yi sola döndürür ve bir sonraki atım dizisi motora gönderilerek ileriye doğru adınımlamasına neden olur. Hareketleri sürekli kılmak için süreç gerek duyulduğu denli yinelenir. Zıt yönde bir hareket, atım dizisini tersine dönüştüren ROR komutuyla başlanır. Kesintisiz 40 adımlık bir atım dizisi gönderilerek, ortalama 1,5 cm uzunluğunda bir düz çizgi elde edilir. "YLUP" ve "YLDOWN" isimli prosedürler y yönünde hareketi gerçekleştirmek için kullanılırlar.

Sağa ve sola doğru hareketler x-motoruna benzer atım dizileri gönderilerek sağlanır. "XLEFT" prosedürü x-ekseni boyunca sola doğru bir çizgi çizerken, "XRIGHT" prosedürü de zıt yönde bir çizgi oluşturur.

Eğik bir çizgi elde etmek için her iki motorun da aynı anda kontrol edilmesi gereklidir. Bu projede herhangi bir anda yalnızca bir motor kontrol edilebildiğinden, eğik bir çizgi ancak basamaklar halinde çizilerek elde edilebilir. "PATTERN" prosedürüyle gerçekleştirilen bu hareket Şekil. 4'de görülmektedir. Karşıt yönde benzer bir çizgi de "PATTERN1" adlı diğer bir prosedürü kullanarak çizilebilir. Bu prosedürlerin her ikisi de "L" ve "T" gibi yalnızca dik ve yatay çizgileri olan alfabe karakterleri için kullanılır.

Alfabedeki "V" ve "W" gibi harfler için değişik biçimde eğik çizgiler gerekir ki bu Şekil. 5'de görülmektedir. Burada x-ekseni boyunca yerdeğişim y-ekseni boyunca olan yerdeğişiminden daha az olduğu gözlenmektedir. Bu kriter, eğik çizgilerin oluşturulmasını sağlar ve bu "PATTERN2" prosedürüyle gerçekleştirilir.

"L" motifi için motor hareketi Şekil 6'da verilmiştir. Bu harfin mo-

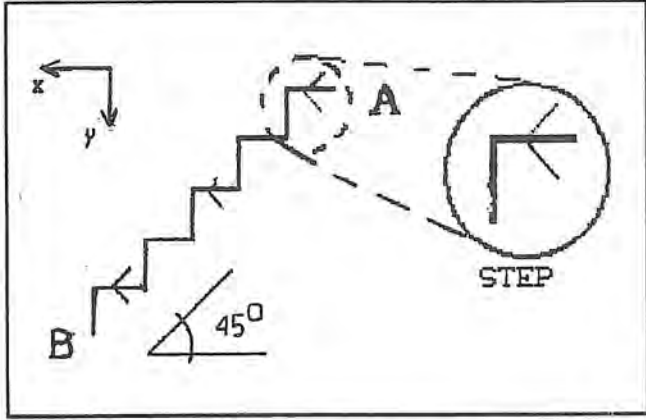


Figure 4. Attainment of a slanting line in steps
Şekil 4. Eğik bir çizginin basamaklar halinde elde edilmesi

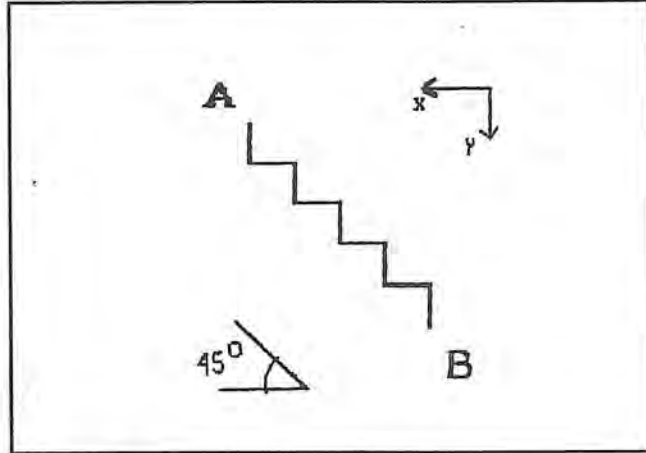


Figure 5. Drawing of an angled line
Şekil 5. Eğik bir çizginin çizilmesi

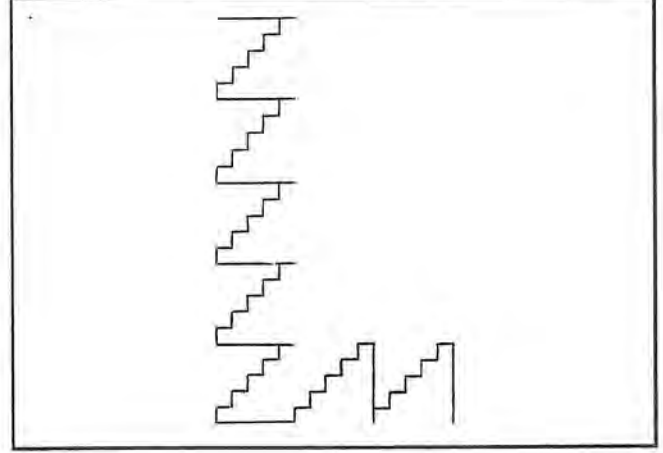


Figure 6. Motor movement for pattern "L"
Şekil 6. "L" motifi için motor hareketi

can be changed through software. It is also portable as the whole CPU, its supporting chips and the motor drivers are all on a single mother board and easy to operate as the user needs only to input the pattern required through the keypad after turning on the system. Further development will include a floppy disk drive interfaced to the system so that more complicated patterns could be produced.

REFERENCES

- Krutz, R. L. "Interfacing Techniques In Digital Design". John Wiley And Sons. 1988.
- Hertzanu, B. and D. Tabak. "Microprocessor-Based Control of Industrial Sewing Machines". Automatica. Vol. 22, No. 1, pp. 21-31, 1986.
- Teng, F.T. and Vest, R. W., "A Microprocessor-Controlled Ink Jet Printing System for Electronic Circuits". IEEE Trans. On Industrial Electronics. Vol. 35, No. 3. 1988.



Sıdı FATİMAH SİRAC

1977 yılında Sheffield Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu, bir yıl sonra Malaya Üniversitesi'nde görev başlandı. 1984 yılında Birmingham'da Aston Üniversitesi'nde

Kontrol Mühendisliği ve Mikroprosesör Dizaynı Bölümü'nde yüksek lisans çalışmasını tamamladı. Halen Elektrik Mühendisliği Bölümü'nde Öğretim Üyesi olarak çalışmaktadır. Araştırma konusu bilgisayar kontrol ve otomasyon üzerinedir.



MOHD. ZAKİ ABDULMUİN

Lisans ve yüksek lisans derecelerini sırasıyla 1975 yılında Teesside Polytechnic ve Strathclyde Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümlerinden elde etti. Bugüne kadar Malaya Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır.

1987 yılında Yardımcı Profesör olarak atandı, 1989'da aynı üniversitede bilgisayar kontrol konusunda doktora çalışmasını tamamladı. M. Z. Abdulmuin şu anda bölüm başkanıdır, ilgili olduğu araştırma konuları özellikle tekstil makinelerine uygulanan bilgisayar kontrol ve otomasyondur.

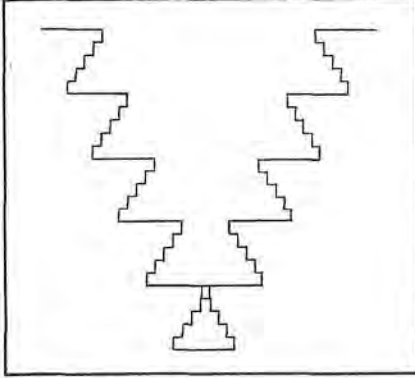


Figure 7. Motor movement for pattern "V"

Şekil 7. "V" motifi için motor hareketi

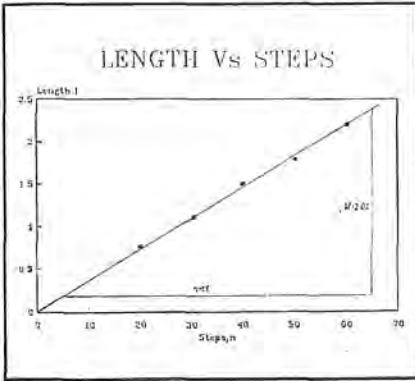


Figure 8. Variation of line length with number of steps

Şekil 8. Çizgi uzunluğunun adım sayısıyla değişimi

tifi şekilde de görüldüğü gibi, düşey yönde 5 kız ve yatay yönde 2 kez yineleyen daha küçük birimlere bölünebilir. Şekil 7'de "V" harfi için karşılık gelen motor hareketi görülmektedir ve bu da gerekirse iki eğik çizgi olarak ayrılabilir.

4. ÇÖZÜMLEME (Resolution)

Motor adımlarının çözümleme yeteneğini bulmak amacıyla bir deney yapılmıştır. Motorun yol aldığı belirli bir sayıdaki adımlara karşılık çizilen çizginin uzunluğu x-y tablosundan elde edilmiştir. Bulunan değerler Tablo 1'de sunulmuştur. Tabloda gösterilen "l" çizgi uzunluğu değerleri 5 değişik okuma değerinin ortalamasıdır.

Şekil 8'de "l" değerine karşılık gelen "n" adım sayısı değerleri grafik olarak verilmiştir. Grafikteki çizginin eğimi x-y tablosunun çözümleme değerini verir.

Gratikten,

$$\Delta l = 2.02 \text{ cm}$$

$$\Delta n = 55 \text{ adım}$$

Bu durumda çözümleme 0,0367 cm olarak bulunur.

İdeal bir x-y tablosunun çözümleme değeri, teorik hesaplama so-

nucu 0,0345 cm olarak bulunmuştur. Dolayısıyla tasarlanan tablanın çözümüyle, keskin tanımlanmış kenarları oluşturmada yeterince rijid olmamasına karşın, oldukça iyidir.

5. SONUÇLAR

Bir mikroişlemci tabanlı otomatik nakış makinası için donanım ve yazılım sistemleri başarıyla geliştirilmiştir. Sistemin düşün maliyeti ve desenlerin yazılım aracılığıyla değiştirilebilmesi esnekliği nedeniyle ev kullanımı ve küçük ölçekli tekstil üretiminde uygulanabilirliği vardır. Yardımcı yongaları ve motor sürücülerini ile tüm CPU tek bir ana pano üzerine yerleştirildiğinden taşınabilir olan sistemin, kullanıcının istenilen deseni (sistem açıldıktan sonra) yalnızca kumanda tablosu aracılığıyla girdi yapmasının gerekmesi nedeniyle de işletimi oldukça kolaydır.

Gelecekteki bir gelişme, sisteme bağlı bir floppy disk sürücü biriminin eklenmesi olacak ve böylece çok daha karmaşık desenler oluşturulabilecektir.

TMMOB TEKSTİL MÜHENDİSLERİ ODASI BAĞIŞ KAMPANYASI

Hesap No: Yapı ve Kredi Bankası Bursa Şubesi 1070042-7

TMMOB TMO PTT Çek No: 578984

Coşku ve kararlılık içinde sürdürülen yoğun çalışmalar sonunda kurulan
TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası'nın

kuruluş işlemlerini tamamlayabilmesi ve etkin bir meslek odası olarak Türkiye Tekstil Endüstrisine hizmet üretmeye başlayabilmesi için başta tekstil mühendisleri olmak üzere tüm tekstil ve hazır giyim sektörünün destek ve katkılarını bekliyoruz.

Tüm meslektaşlarımızın ve ülkemiz endüstrisinin lokomotifi olan tekstil ve hazır giyim sektöründe faaliyet gösteren kurumların kampanyamıza gönülden destek vereceklerine inancımız sonsuzdur. Bağış yapan tüm gerçek ve tüzel

kişiler Oda Dergisi "Tekstil ve Mühendis"de yayınlanarak duyurulacaktır.

TMMOB TEKSTİL MÜHENDİSLERİ ODASI'nın kısa sürede kurumsallaşmasını tamamlayarak hizmet üretmesini sağlayacak büyük ve küçük tüm değerli katkılarınız için şimdiden teşekkür ediyoruz.