روش پیشنهادی جدیدی برای ساخت نمایشگرهای دیجیتال LED

علی ناظران مطلق- شرکت مخابرات استان اصفهان

E-mail: Nazeran2005@hotmail.com

واژه های کلیدی:

نمایشگر دیجیتال LED	LED Digital Display
پردازشگر میکروکنترلری	Microcontroller processor
میکروکنترلر 8051	8051 microcontroller
رجیستر	Latch
زوج دارلینگتون	Darlington pair
پیکسل	Pixel
قابل برنامه ریزی روی سیستم	In system programming

چکیده:

در طرح پیشنهادی این مقاله که روش بهبود یافته ای نسبت به طرحهای قبلی است بنیاد کار یک نمایشگر دیجیتال LED تحت عنوان دو الگوریتم طبقه بندی شده در فصل اول بیان شده و قالب طراحی مشخص گردیده است. در این فصل در مورد درایو مناسب LEDها و همچنین بالا بردن کیفیت و کمیت نور آنها بوسیله استفاده از ترانزیستورهای تقویت کننده خاص نیز بحث می کنیم. فصل دوم اختصاص به بررسی پردازشگرهای مناسب برای اجرای الگوریتمهای یاد شده در فصل قبلی دارد و نمایشگرهایی با پردازشگر میکروکنترلری مورد تحلیل قرار می گیرند و همچنین معایب آنها نیز بررسی می شود. سپس الگوریتم جدیدی بیان می شود که بوسیله آن می توان نمایشگرهای کامپیوتری ساخت. این نمایشگرها دارای محاسن بسیار زیادی هستند و محدودیتها و معایب نمایشگرهای گفته شده را ندارد.

در واقع این مقاله به مخاطب توانایی کامل سخت افزاری به منظور ساخت نمایشگرهای دیجیتال LED با میکروکنترلر 8051 و همچنین AVR را می دهد و در صورت تمایل ساخت نمایشگرهای پیچیده تر آنرا به سمت روشی منطقی و کاربردی رهنمون می کند.

روش پیشنهادی جدیدی برای ساخت نمایشگرهای دیجیتال LED

واژه های کلیدی:

نمایشگر دیجیتال LED	LED Digital Display
پردازشگر میکروکنترلری	Microcontroller processor
میکروکنترلر 8051	8051 microcontroller
رجیستر	Latch
زوج دارلینگتون	Darlington pair
پیکسل	Pixel
قابل برنامه ریزی روی سیستم	In system programming

مقدمه:

نمایشگرها از دیدگاه عملکرد دارای تنوع گسترده ای در عصر جدید هستند که با پیشرفت روزافزون علم الکترونیک هر دهه شاهد تحول عظیمی در این تکنولوژی هستیم. از انواع آنها بطور مثال می توان به نمایشگرهای پروژکتوری، تلویزیونی (که بوسیله لامپ تصویر عمل می کنند)، نمایشگرهای LED و یا LCD اشاره نمود.

در این مقاله به مطالعه و بررسی نمایشگرهای دیجیتال LED می پردازیم و سعی می کنیم عملکرد آنرا بصورت جامع مورد بررسی قرار دهیم. این تحقیق از نوع کاربردی بوده و الگوریتم ها و سخت افزار توضیح داده شده ازنظر عملی مورد بررسی قرار گرفته اند و مشکلات احتمالی آن برطرف شده است؛ بطوریکه سعی شده خواننده با مطالعه این بحث ازنظر علمی و عملی توانایی طراحی و ساخت یک نمایشگر دیجیتال LED را بدست آورد.

۱-۱) روش نمایش یک فیلم متحرک:

همانطور که می دانیم بخاطر خاصیت انتگرال گیری که در چشم انسان وجود دارد با نمایش تصاویر با سرعت خیلی زیاد بیننده آنرا متحرک احساس می کند. این خاصیت که یک خطای چشمی است در واقع می تواند نکته مثبتی برای نمایش یک فیلم متحرک باشد.

طبق بررسی های بعمل آمده با نشان دادن ۲۵ تصویر در هر ثانیه چشم بیننده فیلم را کاملاً متحرک احساس می کند. البته در روشی که برای ساختن نمایشگر LED توضیح داده خواهد شد در هر ثانیه ۷۸ تصویر برای بیننده به نمایش گذاشته می شود. بدیهی است هر تصویر در این روش چند بار (۳، ۴ و یا بیشتر) تکرار خواهد شد. علت این امر بدست آوردن تصویری با بیشترین نور و بدون لرزش و

کاملاً متحرک است. بطور مثال اگر تعداد تصاویر از ۷۸ تصویر به ۱۰۰ تصویر در ثانیه افزایش یابد نور نمایشگر کاهش می یابد و اگر از ۷۸ تصویر به ۵۰ تصویر کاهش یابد تصویر بنمایش درآمده دارای لرزش است.

با علم به موضوعات گفته شده به بررسی روش نمایش یک تصویر ثابت می پردازیم و سپس آنرا به یک فیلم متحرک تبدیل خواهیم کرد.

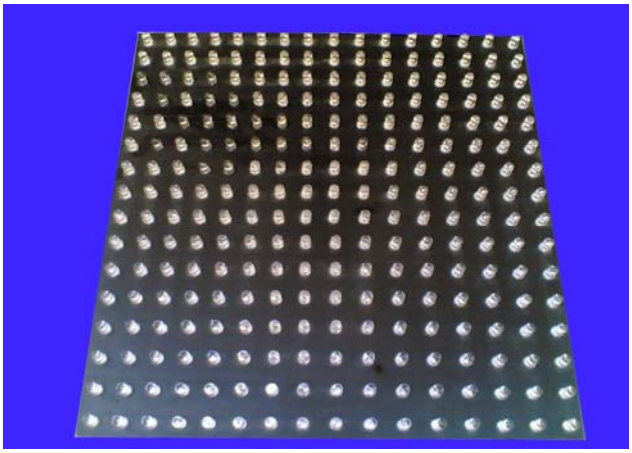
۲-۱) روش نمایش یک تصویر ثابت:

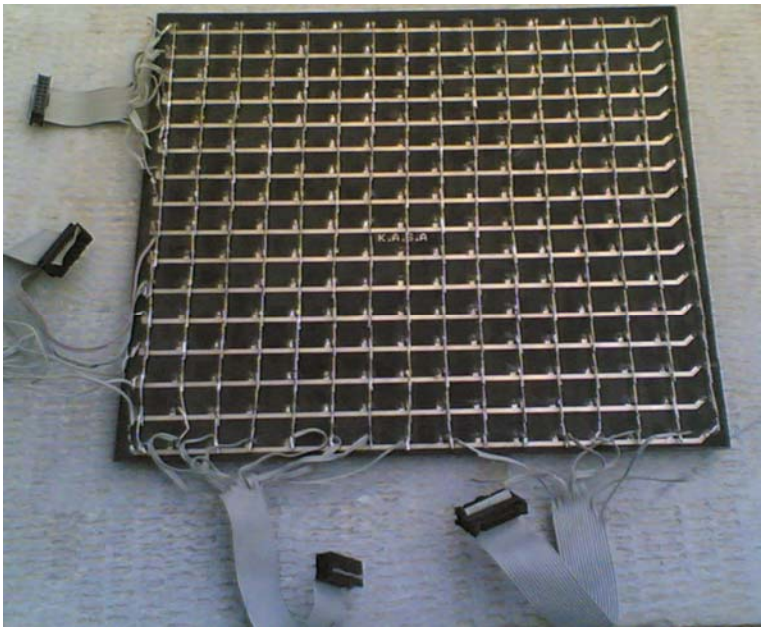
برای نمایش یک تصویر ابتدا باید آنرا به تعدادی نقطه تبدیل کنیم. بدیهی است هر قدر تعداد این نقاط افزایش یابند resolution تصویر افزایش خواهد یافت. اما در عین حال تعداد داده ها و به دنبال آن حجم پردازش و محاسبات نیز افزایش می یابد. با توجه به مسئله ذکر شده یک تصویر را به ۲۵۶ نقطه می شکنیم. در واقع آنرا به جدولی ۱۶×۱۶ تبدیل می کنیم و به ازاء هر خانه این جدول یک LED قرار می گیرد. یک LED تک رنگ می تواند دوحالت روشن یاخاموش داشته باشد پس می توانیم انتظاریک تصویر دورنگ یا به اصطلاح سیاه سفید داشته باشیم. باروشن کردن LED های خاص تصویر موردنظر نمایان می شود.

با توجه به اینکه لازم است درهرثانیه ۷۸ تصویر به نمایش درآید، حداکثر زمانی که می توان برای نمایش یک تصویر در نظر گرفت حدود ۱۲/۸ms می باشد. باید مدار کنترلی طراحی کنیم که بتواند درمدت زمان ۱۲/۸ms به تمامی این۲۵۶ عددLED فرمان روشن خاموش (on/off) بدهد. برای طراحی این مدار از روش کنترل ماتریسی استفاده خواهیم کردکه ساده ترین روش بنظرمی رسد. ابتدا به طراحی برد LED و سپس به طراحی برد کنترل می پردازیم.

۳-۱) طراحی برد LED:

یک LED تک رنگ دارای دوپایه آند وکاتد است. درروش ماتریسی کاتدهای LED های هرسطر را به هم متصل می کنیم که این کاردرطراحی برد LED بوسیله مسیرهای مسی (track) انجام می پذیرد. همچنین آندهایLEDهای هرستون نیز باید به هم متصل شوندکه برای اینکه از تلاقی بااتصالات قبلی (اتصالات سطری) جلوگیری شود،پایه های آندها راروی هم خم کرده ولحیم می کنیم.
باتوجه به این روش طراحی، ۱۶سطر و۱۶ستون برای فرمان داریم. به اشکال زیر و نحوه اتصالات برد LED توجه کنید.





٤-١) بررسی عملکرد برد کنترل:

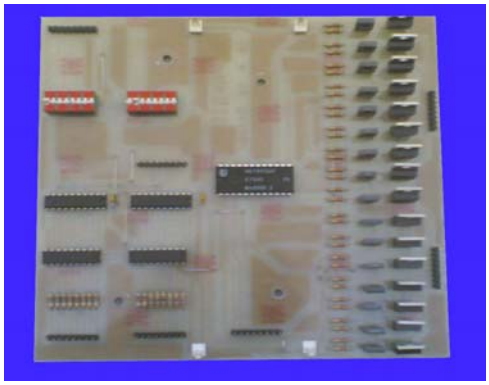
قبل از بررسی عملکرد برد کنترل لازم است این نکته ذکر شود که در روش ماتریسی نمی توان در یک لحظه تمام ۲۵۶ عدد LED را فرمان داد. در این روش ما در هر لحظه فقط به LEDهای یک ستون (۱۶ عدد LED) فرمان می دهیم و این عمل را برای هر ۱۶ ستون با سرعت زیاد انجام می دهیم. به این عمل اصطلاحاً scan و یا refresh گویند. در واقع در هر لحظه از زمان فقط یک ستون LED می تواند روشن باشد. اما با توجه به همان خاصیت انتگرال گیری چشم که در بحثهای پیشین توضیح داده شد، چشم انسان همه تصویر را روشن می بیند.

٥-١) طراحی برد کنترل:

در برد کنترل این نمایشگر دو عدد رجیستر (latch) متناظر با ۱۶ سطر بلوک قرار می گیرد که ورودی آنها به یک درگاه (Bus) مشترک ۸ تایی متصل شده است.

در این طراحی از رجیستر شماره 74als573 استفاده شده است؛ چون فعال سطح است و از نظر نویز بهتر عمل می کند.

برای بارگذاری یک ستون از تصویر موردنظر باید این عمل در چند مرحله و با سرعت زیاد انجام پذیرد. با توجه به زمان هر تصویر که ۱۲/۸ms محاسبه شد زمانی که می توانیم به هر ستون LED اختصاص دهیم ۸۰۰ μs بدست می آید که از این زمان ۷۵۰ μs ستون روشن و ۵۰ μs باید خاموش باشد. برای جلوگیری از سایه افتادن در تصویر به نمایش درآمده در هنگام بارگیری ستون بعدی باید ستون قبلی آن قطع باشد. این زمان ۵۰ μs که کل صفحه خاموش است به همین منظور در نظر گرفته شده است به شکل زیر توجه



الگوریتم نمایش داده ها بصورت زیر است:

۱) اطلاعات ۸ عدد LED بالایی روی BUS مشترک قرار داده می شوند.

۲) پایه E از latch بالائی را به مدت ۵ μs به حالت low می بریم. (با این عمل اطلاعات روی BUS مشترک در خروجی latch بارگیری می شوند)

۳) اطلاعات ۸ عدد LED پایینی روی BUS مشترک قرار داده می شوند.

۴) پایه E از latch پایینی را به مدت ۵ μs به حالت low می بریم. (با این عمل اطلاعات روی BUS مشترک در خروجی latch بارگیری می شوند)

۵) به ورودی دیکدر عدد باینری ستون متناظر داده می شود و پایه Enable آن به مدت ۷۵۰ μs حالت high برده می شود. (با این کار LEDهای ستون مذکور با توجه به داده های بارگیری شده روشن می شوند.)

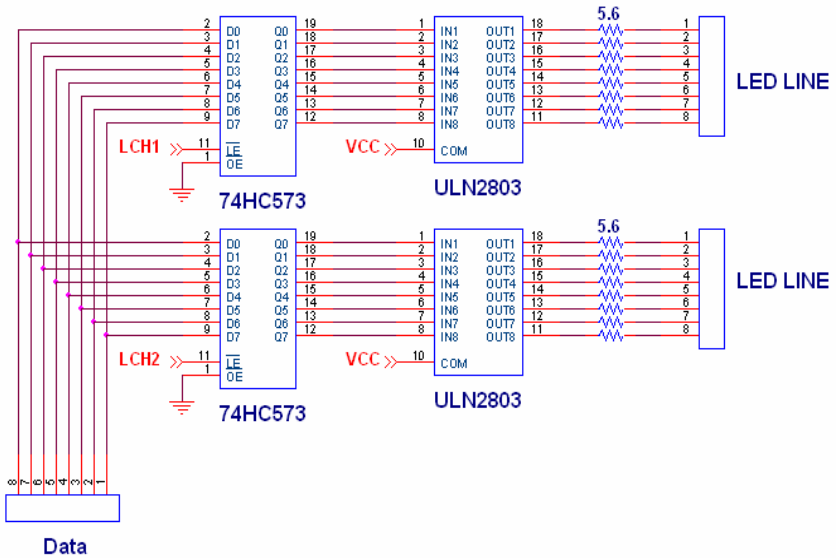
۶) به مدت ۵۰ μs پایه Enable دیکدر را low می کنیم (کل صفحه خاموش می شود)

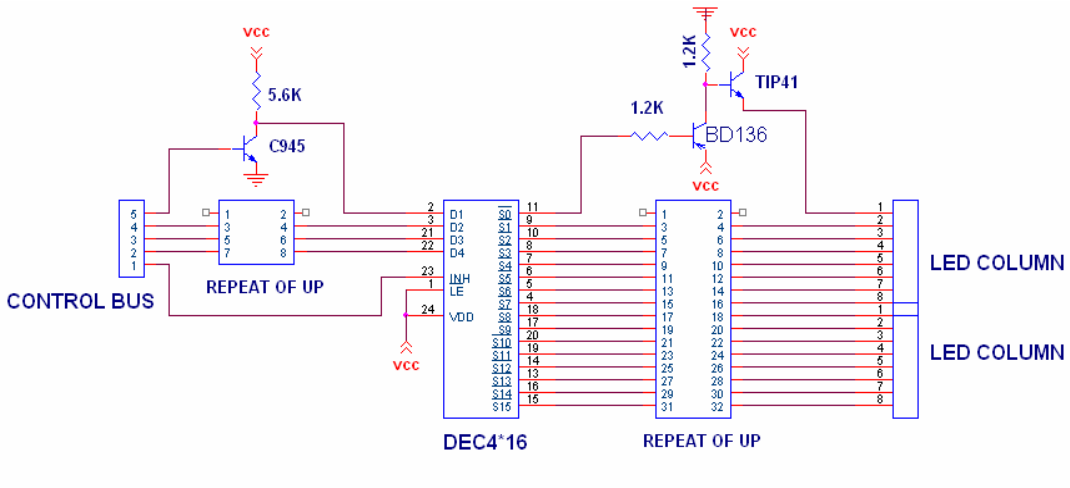
به محض شروع مرحله ششم مراحل مذکور برای ستون بعدی تکرار می شوند. مثلاً (مراحل ۱ تا ۴ ستون nام در مدت زمان مرحله ششم از ستون (n-1)ام انجام می گردد).

۶–۱) کمبود جریان و راه حلی برای رفع این مشکل:

با توجه به اینکه دو المان latch و DEC هر دو از لحاظ عبور جریان دارای محدودیتهای فراوانی می باشند و همچنین برای روشن شدن LED احتیاج به جریانی حدود ۲۰mA برای هر LED می باشد، تأمین این جریان بوسیله دو المان مذکور ممکن نیست؛ به همین علت بین latch و LEDها از یک عدد IC تقویت کننده جریان بنام ULN2803 استفاده می کنیم. این IC دارای ۸ ورودی و ۸ خروجی است و بین ورودی و خروجی یک زوج دارلینگتون قرار دارد. با استفاده از این المان جدید مشکل جریان دهی latch کاملاً حل خواهد شد.

برای حل مشکل جریان کشی DEC بین این IC و LEDها از دو عدد ترانزیستور با نامهای TIP41 و BD136 استفاده می کنیم که این ترانزیستورها بصورت مکمل زوج دارلینگتون به هم متصل شده اند. نکته قابل توجه این است که ترانزیستور TIP41 یک ترانزیستور نیمه قدرت بوده و نقش مهمی در هنگام جریان کشی ایفا می کند. اشکال زیر نحوه اتصالات را نشان می دهد. ترانزیستور c945 نیز برای تقویت جریان ورودی دیکدر استفاده شده است.





۷-۱) الگوریتم بارگذاری data روی BUS:

تا اینجا بحث در مورد نحوه نمایش اطلاعات Bus ورودی برد کنترل برروی نمایشگر بود. در این مرحله الگوریتم ایجاد data روی Bus مشترک را بررسی می کنیم. در واقع باید روشی برای انتقال مرحله به مرحله ۲۵۶ پیکسل از یک Frame روی Bus مشترک ابداع کنیم.

با توجه به اینکه بحث ما در مورد نمایشگرهای تک رنگ است هر پیکسل می تواند دو حالت روشن یا خاموش را داشته باشد. برای تبدیل این حالات به اطلاعات دیجیتال قابل انتقال روی Bus حالت روشن را ۱ دیجیتال و حالت خاموش را صفر دیجیتال درنظر گیریم. با توجه به الگوریتم نمایش ذکر شده در قسمت ۱-۵ اگر ۲۵۶ پیکسل از یک صفحه را به شکل زیر شماره گذاری کنیم باید اطلاعات انتقال داده شده روی Bus که یک درگاه ورودی ۸ بیتی است به ترتیب زیر باشند.

1	17	33	49	65	81	97	113	129	145	161	177	193	209	225	241
2	18	34	50	66	82	98	114	130	146	162	178	194	210	226	242
3	19	35	51	67	83	99	115	131	147	163	179	195	211	227	243
4	20	36	52	68	84	100	116	132	148	164	180	196	212	228	244
5	21	37	53	69	85	101	117	133	149	165	181	197	213	229	245
6	22	38	54	70	86	102	118	134	150	166	182	198	214	230	246
7	23	39	55	71	87	103	119	135	151	167	183	199	215	231	247
8	24	40	56	72	88	104	120	136	152	168	184	200	216	232	248
9	25	41	57	73	89	105	121	137	153	169	185	201	217	233	249
10	26	42	58	74	90	106	122	138	154	170	186	202	218	234	250
11	27	43	59	75	91	107	123	139	155	171	187	203	219	235	251
12	28	44	60	76	92	108	124	140	156	172	188	204	220	236	252
13	29	45	61	77	93	109	125	141	157	173	189	205	221	237	253
14	30	46	62	78	94	110	126	142	158	174	190	206	222	238	254
15	31	47	63	79	95	111	127	143	159	175	191	207	223	239	255
16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240	256

25	17	9	1	
26	10	10	2	→
27	19	11	3	→
28	20	12	4	→
29	21	13	5	→
				→

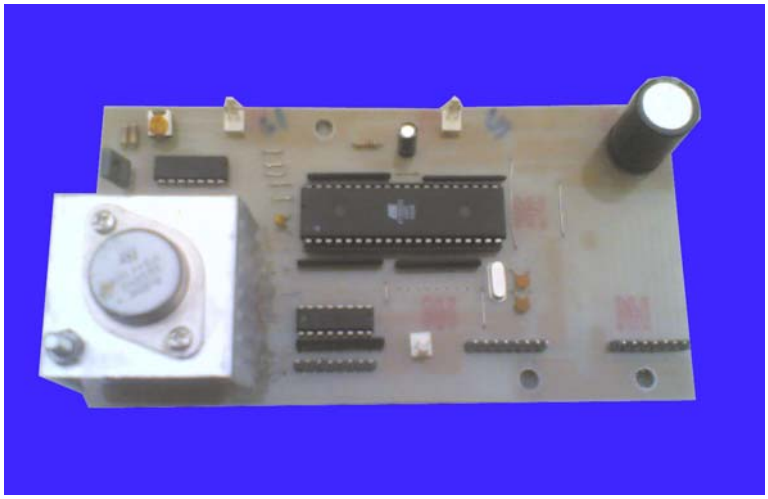
Go to the control board

30	22	14	6	
31	23	15	7	→
32	24	16	8	→
مرحله چهارم	مرحله سوم	مرحله دوم	مرحله اول	Bus مشترک

در این حالت در ۳۲ مرحله کل اطلاعات یک Frame روی Bus مشترک فرستاده می شوند. Frame بعدی می تواند دقیقاً مشابه همین Frame باشد یا اینکه بطور کلی با آن متفاوت باشد.

۱-۲) بررسی نمایشگرهای میکروکنترلری:

در قسمتهای پیشین الگوریتم بارگذاری data روی Bus و همچنین نمایش data از روی Bus را مورد بررسی قرار دادیم. حال این سوال پیش می آید که چه المانی وظیفه انجام این الگوریتمها را به عهده دارد و از این لحظه نیاز به یک پردازشگر با سرعت نسبتاً بالا احساسمی شود. اولین و ساده ترین پردازشگری که بتواند نیاز ما را برای ساخت یک نمایشگر دیجیتال مرتفع سازد یک میکروکنترلر است که می تواند از نوع 8051 و یا کمی پیشرفته تر مثلاً AVR باشد. این پردازشگر روی یک برد main مستقر می گردد و Bus مشترک از این برد به همه بردهای کنترل کشیده می شود. تصویر برد main همراه یک پردازشگر 8051 را در شکل زیر مشاهده کنید.



در پردازشگرهای میکروکنترلری data مربوط به هر frame باید بوسیله کاربر و همانند الگوریتم یاد شده داخل قسمتی بنام table

در نرم افزار میکروکنترلر نوشته شود. در واقع میکروکنترلر فقط عمل انتقال data از ناحیه table به پورت خروجی اش که به Bus مشترک متصل است و همچنین انجام الگوریتم نمایش data را انجام می دهد. با کمی تأمل بزرگترین مشکل استفاده از میکروکنترلر که همان نوشتن یک table بسیار طولانی است نمایان می شود. البته می توان این مشکل را با استفاده از یک نرم افزار کامپیوتری که در اختیار کاربر قرار می گیرد (این نرم افزار با گرفتن تصویر آنرا طبق الگوریتم مورد نظر تبدیل به data می کند) تا حدودی حل کرد اما با این حال مشکلات اساسی دیگری با استفاده از میکروکنترلر در راه است که در بخش بعدی مقاله بطور خلاصه بیان شده و راه حل آنها مورد بررسی قرار می گیرد.

۲-۲) بررسی نواقص نمایشگرهای میکروکنترلی:

۱- کاربران برای تغییر اطلاعات قابل نمایش در نمایشگر باید IC پرسسور آنرا مجدداً program کند. (بخاطر اینکه table آن را باید تغییر داد) که این عمل در میکروکنترلرهای 8051 مستلزم خارج کردن IC از نمایشگر و قرار دادن آن داخل دستگاه programmer و آموزش روش کار با این دستگاه برای کاربر است. در میکروکنترلرهای نوع AVR با توجه به اینکه با اضافه کردن چند المان ساده روی برد main می توان روی همان برد و فقط بوسیله یک اتصال خارجی پورت سریال به کامپیوتر ازطریق RS232 عمل program کردن را انجام داد با این مشکل مواجه نیستیم. (اصطلاحاً AVRها را in system programming گویند.)

۲- حجم اطلاعاتی که می توان در این نمایشگرها نمایش داد بسیار محدود است بخصوص اگر ابعاد نمایشگر بزرگ باشد. علت این امر حجم کم E^2PROM موجود در میکروکنترلرها است که table داخل آن ذخیره می گردد.

با توجه به عیوبی که در بالا ذکر شد احتیاج به پردازشگری قوی تر داریم. بهترین پردازشگر CPU است چون همراه با قدرت پردازش بسیار بالا متعلقات آنرا هم می توان به راحتی تعویض کرد و ارتقاء داد. در این روش در داخل نمایشگر به جز بردهای کنترل و برد main (که در روشهای قبلی روی آن میکروکنترلر قرار می گرفت و در این روش فقط نقش ارتباط دهنده بردهای کنترل را دارد) یکعدد Motherboard، CPU، Ram (بسته به اندازه نمایشگر حجم آن متفاوت است) و F.D.D قرار می گیرد. باتوجه به حجم محدود این مقاله به اختصار فقط الگوریتم روش جدید را بیان می کنیم.

۲-۳) الگوریتم عملکرد نمایشگرهای کامپیوتری:

۱- فایل table روی یک دیسکت سیستم عامل DOS کپی می شود. این دیسکت شامل تعدادی فایل ازجمله فایلهای سیستم عامل DOS، فایل table و یک فایل اجرائی (نرم افزار دیگری است که کامپیوتر داخل تابلو آنرا اجرا کرده و بوسیله آن اطلاعات table را روی بردهای کنترل ارسال می کند) است.

۲- دیسکت مذکور بوسیله کاربر داخل F.D.D نمایشگر قرار می گیرد.

۳- با روشن شدن نمایشگر کامپیوتر داخل آن بوسیله دیسکت سیستم عامل با سیستم DOS اجرا شده و فایل اجرائی به ترتیب مراحل زیر را انجام می دهد.

الف) روی RAM کامپیوتر یک ramdrive ایجاد می کند.

ب) فایل table را روی این ramdrive ابتدا unzip کرده و سپس ذخیره می کند.

ج) عملیات خواندن table و فرستادن اطلاعات آن روی بردهای کنترل را انجام می دهد.

۵- بقیه مراحل عیناً مشابه نمایشگرهای گفته شده در فصول گذشته انجام می پذیرد.

نتیجه گیری و پیشنهادات:

طبق بررسی های بعمل آمده برای ساخت یک نمایشگر دیجیتال LED ناچار به استفاده از روش scan ماتریسی هستیم که بطور کامل توضیح داده شد. این موضوع برای همه نمایشگرهای دیجیتال عمومیت دارد. در مورد طراحی برد کنترل می توانیم از روشهای

دیگری هم استفاده کنیم ولی تصور می کنم روش توضیح داده شده در این مقاله بهترین و ساده ترین روش طراحی باشد چون این نمایشگرها به روش توضیح داده شده بطور عملی ساخته شده و مشکلات آن برطرف شده است.

در مورد انتخاب پردازشگر بطور مختصر می توان اینگونه نتیجه گیری کرد که برای نمایشگرهای کوچک پردازشگر مناسب می تواند 8051 و AVR باشد اما وقتی انتظارات ما از نمایشگر بخصوص در مورد افکت ها و جلوه های گرافیکی بیشتر می شود، باید از یک کامپیوتر در داخل نمایشگر بعنوان پردازشگر استفاده کرد که الگوریتم عملکرد هر دو روش در مقاله توضیح داده شده است.

مراجع:

www.adaptivedisplays.com

www.polycomp.co.za/video.htm

ع.ناظران مطلق . "کارتهای گرافیک توسعه یافته" . دانشگاه صنعتی اصفهان . پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشکده برق و کامپیوتر