

UOT 658.014

DOI: 10.25045/jpit.v11.i2.03

Ayda-zadə K.R.¹, Xəlilov Ç.C.², Mustafayev E.E.³, Mahmudov İ.M.⁴^{1,3} AMEA İdarəetmə Sistemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan^{2,4} Azərbaycan Respublikasının Dövlət İmtahan Mərkəzi, Bakı, Azərbaycan¹kamil_aydazade@rambler.ru, ²ch.khalilov@dim.gov.az, ³elshan.mustafayev@gmail.com,⁴i.mahmudov@dim.gov.az**TEST İMTAHANLARININ NƏTİCƏLƏRİNİN AVTOMATİK EMALI ÜÇÜN
KOMPÜTER SİSTEMİ**

Daxil olmuşdur: 27.02.2020 Düzəliş olunmuşdur: 27.03.2020 Qəbul olunmuşdur: 16.04.2020

Surətlərin tanınması getdikcə böyük informasiya sistemlərində daha tez-tez tətbiq olunur. Təsvirin emalı üçün nəzəri bazanın inkişafı və açıq mənbəli kitabxanaların geniş istifadəsi müxtəlif tətbiqi məsələlərdə yeni həllərin tətbiqinə imkan verir. Belə məsələlərdən biri kütləvi test imtahanlarının cavablarının avtomatik kompüter (maşın) emalıdır. Məqalədə Azərbaycan Dövlət İmtahan Mərkəzinin məktəblərdə buraxılış və ali məktəblərə qəbul imtahanlarının nəticələrinin emalında istifadə edilən işlənmiş sistem təsvir edilir. Sistem qısa müddətdə kütləvi imtahanların keçirilməsinə və onların düzgün və obyektiv qiymətləndirilməsini təmin etməyə imkan verir. Bu sistem test imtahanlarında istifadə olunan, demək olar ki, istənilən forma tipinə uyğunlaşdırıla bilər. Onun istifadəsi, həmçinin bahalı və mürəkkəb optik skanerlərin istifadəsindən imtina etməyə imkan verir. Sistemin məhsuldarlığı artırmaq məqsədilə bir stansiya daxilində prosesləri paralel aparmaq üçün müasir prosessorların çoxaxınlıq (ing. multi-thread) xüsusiyyətlərindən istifadəsi təklif olunub. Aparılmış ədədi eksperimentlər nəticəsində aşkar edilmişdir ki, çoxaxınlı tanınma texnologiyasından istifadə zamanı məhsuldarlıq biraxınlı təcrübələrlə müqayisədə 3,5 dəfə artır.

Açar sözlər: informasiyanın emalı, intellektual sistem, nəticələrin qiymətləndirilməsi, təsvirlərin emalı, cavabların avtomatik emalı.

1. Giriş

Hal-hazırda kütləvi yazılı sorğuların, xüsusən test imtahanlarının nəticələrinin avtomatik emalı üçün istifadə edilən bir çox avtomatlaşdırılmış kompüter sistemlərində Optik Marker Tanıma (OMR) [1–4] texnologiyaları geniş tətbiq olunur. Bu cür texnologiyalardan istifadə edərək imtahan nəticələrinin emalı qısa müddətdə çox sayda formaların cavablarını obyektiv qiymətləndirməyə və demək olar ki, yüz faiz tanınma dəqiqliyinə nail olmağa imkan verir. Bununla birlikdə, bu emal texnologiyası aşağıdakı əhəmiyyətli çatışmazlıqlara malikdir:

- formalar üçün istifadə olunan kağızın ölçüsünə və keyfiyyətinə çox həssasdır;
- qeyri-standart ölçüdə formaların istifadəsinə imkan vermir;
- qismən əlyazma ilə doldurulmuş formalardakı məlumatların emalı mümkün deyildir.

Bu problemlərin aradan qaldırılması üçün cavabların müstəqil, anonim qiymətləndirilməsi məqsədilə doldurulmuş formaların emalı üçün avtomatlaşdırılmış intellektual kompüter sistemi işlənilib hazırlanmışdır. Bu sistem çərçivəsində süni neyron şəbəkələrin (NŞ) tətbiqi ilə reallaşdırılan tanınma altsistemi mühüm rol oynayır. Sistem işləyərkən bütün formalar (ixtiyari ölçülü) yüksəksürətli skanerlərdən keçirilir və qrafik təsfiyə çevrilir. Daha sonra, əvvəlcədən təyin edilmiş şablonlar əsasında, cavab sahələrində qeyri-dəqiq doldurulmuş markerlər və cavab kartları müəyyən edilir. Bu cür informasiyaya malik kartların nümunələri paralel rejimdə imtahan verənin rekvizitləri göstərilmədən müstəqil ekspertlərin (operatorların) ekranlarında göstərilir və avtomatik rejimdə ekspertlərin qiymətləndirmələri əsasında sistem tərəfindən cavabın obyektiv qiymətləndirilməsi haqqında qərar qəbul edilir. Bu zaman bütün ekspertlərin "şübhəli kartlarda" cavabların qiymətləndirilməsi üzrə hərəkətlərinin tam protokollaşdırılması və arxivləşdirilməsi aparılır. İşlənmiş sistem məktəblərdə buraxılış və ali məktəblərə qəbul imtahanlarının nəticələrinin emalı zamanı Azərbaycanın Dövlət İmtahan Mərkəzində istifadə olunur.

2. Emal sisteminin və onun bölmələrinin təsviri

Əvvəlcə işlənib hazırlanmış sistemin fəaliyyətinin əsas mərhələlərini təsvir edək.

İmtahan keçirilən məntəqələrdən alınan bütün imtahan materialları skan olunma zonasına göndərilir. Hər bir imtahan formasının özünəməxsus identifikatoru var və saxtakarlıqdan qorunur. Operator bütün formaları yüksək məhsuldarlıqlı skanerlərdən keçirir. İş bitirdikdən sonra, operator skan olunmuş formaların sayını elan edilmiş sayla müqayisə edir və həmçinin skanın keyfiyyətini yoxlayır.

Sonra elektron məlumatların işlənməsi üçün emal qrupunun administratoru tanınma prosesini başladır. Tanınma paket rejimdə aparılır və operatorların iştirakı tələb olunmur.

Bir çox digər sənaye kompüter forma tanıma sistemlərində olduğu kimi imtahan formalarının tanınması prosesi aşağıdakı əsas mərhələlərdən ibarətdir [2, 5, 6]:

- Formanın qrafik təsvirində istinad nöqtələrinin ("qara kvadrat"ların) təyini;
- Şablonun təyin edilməsi və uyğunlaşdırılması;
- Tanıma;
- Yoxlama.

Formanın qrafik təsvirində istinad nöqtələrinin ("qara kvadrat"ların) təyini

Formaların çap və skan edilməsi prosesində həmişə kağız blankının uzunluğu və eni üzrə gözlə qeydə alınmayan xətti təhriflər baş verir. Onların təyini və şablonlarla konkret formanın uyğunlaşdırılması üçün istinad obyektlərindən istifadə olunur. Bu obyektlər kimi, adətən formanın künclərində yerləşən dörd qara kvadrat istifadə olunur (şəkil 1).

"Qara kvadratlar"ın tapılması üçün aşağıdakı proseslər həyata keçirilir:

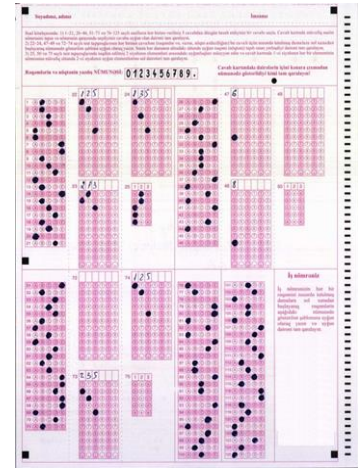
- skan edilmiş forma ağ-qara formata keçirilir;
- istinad nöqtələrinin yerləşdiyi ehtimal olunan zonada bütün əlaqəli obyektlər müəyyən edilir;
- bütün obyektlər arasında şablonda müəyyən edilmiş kvadratların ölçüsünə uyğun olan "qara kvadratlar" müəyyən edilir. Forma təsvirinin əsl rənginin ağ-qaraya çevrilməsi səbəbindən kvadratın konturları düz deyil, "çıxıntılı" (nahamar, kələ-kötür) alınır (şəkil 2). Buna görə kvadratı müəyyən edərkən şablon generasiyası zamanı təyin olunan xətti ölçülərin əsl ölçülərdən bir qədər kənara çıxması nəzərə alınır.

Şablonun müəyyən edilməsi və uyğunlaşdırılması

Əvvəlki mərhələdə təyin edilmiş istinad nöqtələrinin koordinatları əsasında imtahan forma şablonunun bu formanın qrafik təsviri ilə uyğunlaşdırılması həyata keçirilir. Müəyyən edilmiş qara kvadratların sayından asılı olaraq şablonu birləşdirmək üçün müxtəlif çevrilmə alqoritmlərindən istifadə olunur.

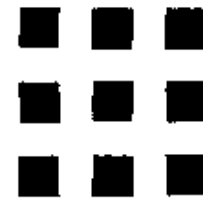
Qeyd edək ki, sistem ən azı üç istinad nöqtəsinin tapılması ilə şablonu müəyyənləşdirməyə imkan verir. Əks təqdirdə, forma şablonun yarı-avtomatlaşdırılmış uyğunlaşdırılma rejimində işləyən və operatorun iştirakı ilə fəaliyyət göstərən altsistemə ötürülür. Bu, adətən, yanlış skan etmə və ya kağız formasının qüsurlu olması nəticəsində baş verir.

Qeyd edək ki, sistem konkret bir şablona bağlı deyil, şablonların müxtəlif formalarını generasiya və redaktə etməyə imkan verir. Şablonun dəqiq üst-üstə düşməsi üçün müxtəlif həndəsi çevrilmələrdən istifadə olunur.



Şəkil 1. İmtahan blankı

«Çıxıntılı» qara kvadratların konturları düz



Şəkil 2. «Çıxıntılı» qara kvadratlar

Bu zaman, formanın qrafik təsvirində tanıma sahələrinin dəqiq yerlərinin koordinatları müəyyənləşdirilir. Bu, çox vacib bir mərhələdir və bu proses nə qədər dəqiq aparılsa, sualların cavablarının tanınması və emalı nəticələri bir o qədər dəqiq olar. Buna görə də, daha dəqiq uyğunlaşdırma üçün çevrilmə alqoritminin seçimi təyin edilmiş istinad nöqtələrinin sayından asılı olaraq həyata keçirilir.

İstinad nöqtələri kimi dörd kvadrat istifadə olunduğu halda sahələrin dəqiq yerlərini təyin etmək üçün aşağıdakı şəkildə ifadə olunan bixətti çevrilməsindən istifadə olunub (şəkil 3):

$$\begin{aligned}x' &= a_0 + a_1x + a_2y + a_3xy, \\y' &= b_0 + b_1x + b_2y + b_3xy.\end{aligned}$$

Burada (x, y) və (x', y') – başlanğıc və çevrilmiş koordinatlar, $a_i, b_i, i = 0..3$, – çevrilmənin naməlum parametrləridir.

Parametrləri müəyyən etmək üçün dörd müxtəlif nöqtə üçün başlanğıc və çevrilmiş koordinatları bilmək kifayətdir. Bunun üçün iki xətti cəbri tənliklər sistemi həll olunur:

$$\begin{cases} A'_x = a_0 + a_1A_x + a_2A_y + a_3A_xA_y, \\ B'_x = a_0 + a_1B_x + a_2B_y + a_3B_xB_y, \\ C'_x = a_0 + a_1C_x + a_2C_y + a_3C_xC_y, \\ D'_x = a_0 + a_1D_x + a_2D_y + a_3D_xD_y, \end{cases} \quad \vee \quad \begin{cases} A'_y = b_0 + b_1A_x + b_2A_y + b_3A_xA_y, \\ B'_y = b_0 + b_1B_x + b_2B_y + b_3B_xB_y, \\ C'_y = b_0 + b_1C_x + b_2C_y + b_3C_xC_y, \\ D'_y = b_0 + b_1D_x + b_2D_y + b_3D_xD_y, \end{cases}$$

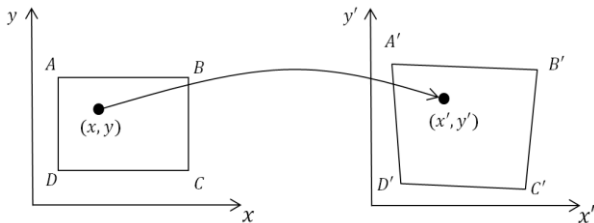
İstinad nöqtələri kimi üç kvadrat istifadə olunduğu halda onları təyin etmək üçün aşağıdakı afin çevrilməsindən istifadə olunur (şəkil 4):

$$\begin{aligned}x' &= a_0 + a_1x + a_2y, \\y' &= b_0 + b_1x + b_2y.\end{aligned}$$

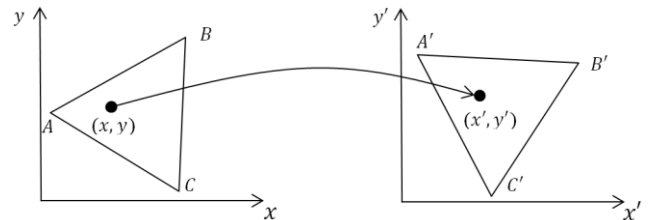
Burada (x, y) və (x', y') – başlanğıc və çevrilmiş koordinatlar, $a_i, b_i, i = 0..2$, – çevrilmənin naməlum parametrləridir.

Parametrləri müəyyən etmək üçün üç müxtəlif nöqtə üçün başlanğıc və çevrilmiş koordinatları bilmək kifayətdir. Bunun üçün iki xətti cəbri tənliklər sistemi həll olunur:

$$\begin{cases} A'_x = a_0 + a_1A_x + a_2A_y, \\ B'_x = a_0 + a_1B_x + a_2B_y, \\ C'_x = a_0 + a_1C_x + a_2C_y, \end{cases} \quad \vee \quad \begin{cases} A'_y = b_0 + b_1A_x + b_2A_y, \\ B'_y = b_0 + b_1B_x + b_2B_y, \\ C'_y = b_0 + b_1C_x + b_2C_y, \end{cases}$$



Şəkil 3. Bixətti çevrilmə



Şəkil 4. Afin çevrilmə

Tanıma

Əvvəlki mərhələdə müəyyən edilmiş şablon əsasında sistem formanın hər bir tanıma sahəsinin tanınmasını həyata keçirir. Sistem aşağıdakı sahə tiplərini tanımağa imkan verir:

- xanalar (şəkil 5a);
- xanalar qrupu – bir neçə xanadan bir işarə (şəkil 5b);
- çap əlyazma mətni – çap hərflə əl ilə yazılmış mətn (şəkil 5c).



Şəkil 5. Sahə tipləri a) xanalar; b) xanalar qrupu; c) çap əlyazma mətni

Xanaların və ya xana qruplarının tanınması üçün statistik tanınma üsulları istifadə olunur [7,8]. Tanınmadan sonra sistem verilmiş sahənin statistikasını şablon ilə müqayisə edir və müəyyən həddən artıq olduqda, işarələnmə və ya işarələnməmə haqqında qərar qəbul edir. Abituriyentlər xanaları doldurarkən çox vaxt aşağıdakı səhvlərə yol verilir (şəkil 6):

- iki və ya daha çox xananın doldurulması – çoxlu seçim;
- dairənin natamam doldurulması;
- dairəni doldurmaq əvəzinə başqa bir işarədən istifadə etmək.

Bu problemlərin həlli və operatora müraciətlərin sayının azaldılması üçün sistem aşağıdakı hədlərdən istifadə edir:

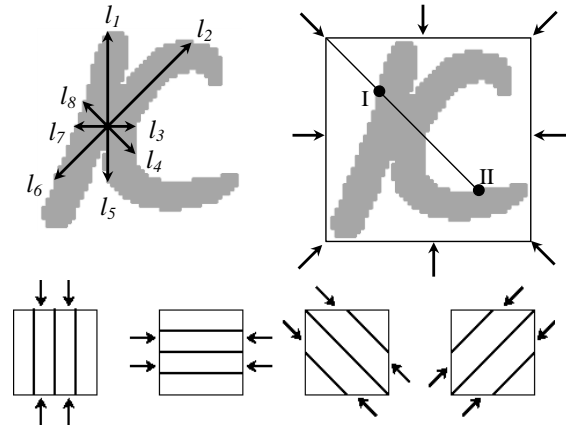
- minimum doldurulma faizi – sahənin doldurulma faizi bundan kiçik olduqda, sahə doldurulmamış hesab olunacaq;
- tanımadan imtina üçün minimum doldurulma faizi – sahənin bundan daha az doldurulması zamanı sistem tərəfindən tərəddüdü tanınmış kimi qeyd olunacağı doldurulma faizi;
- çoxlu seçim həddi – ən çox doldurulmuş sahə ilə digər doldurulmuş sahə arasındakı fərq bundan böyük olduqda, sistem avtomatik olaraq tanınma nəticəsi kimi doldurulmuş sahənin qiymətini alacaqdır.



Şəkil 6. Yanlış doldurulmuş xanalar

Çap-əlyazma mətnin tanınması üçün NŞ-yə əsaslanan çoxsəviyyəli tanıma sisteminin müəlliflər tərəfindən əvvəllər hazırlanmış proqram təminatı istifadə edilmişdir [9–3]. Sistem formaların Azərbaycan dilində latın əlifbası ilə doldurulması zamanı istifadə edilməsinə yönəldilmişdir, lakin bu tələb əsas deyil və sistem başqa əlifba və dili yenidən asan öyrənə bilər.

Əlamətlərin çıxarılması metodu olaraq Peripheral Directional Contributivity (PDC) metodu istifadə olunmuşdur [14,15]. Bu üsul simvolları ştrixlərin mürəkkəbliyini, istiqamətini və qarşılıqlı mövqeyini yaxşı nəzərə alır. Simvolun hər nöqtəsində Directional Contributivity (DC) adlanan 8 (və ya 4) ölçülü vektor tapılır (şəkil 7). Vektorun hər bir komponenti bu nöqtədən simvolun sərhədinə qədər olan mümkün 8 istiqamətdən birini təmsil edir (və ya 4 istiqamət üzrə məsafələrin maksimumu: şaquli, üfüqi və 2 diaqonal). Sonra vektorun qiymətləri normallaşdırılır. Sərhəddən dörd istiqamətdən biri üzrə hərəkət edərkən ağı



Şəkil 7. PDC ilə əlamətlərin çıxarılması

rəngin qara rəngə keçdiyi bir nöqtə ilə qarşılaşacağıq. Belə nöqtəni I dərəcəli sərhəd nöqtəsi (SN) adlandıraraq (və ya I dərinlikdə SN). Hərəkət etməyə davam etsək, I dərəcəli sərhəd nöqtəsi ilə qarşılaşacağıq. Əlamət olaraq dörd istiqamət üzrə I və II dərəcəli bütün sərhəd nöqtələri üçün DC istifadə edəcəyik.

Çoxsəviyyəli simvol tanıma sistemi tanıma zamanına və mürəkkəbliyinə görə fərqlənən bir neçə səviyyədən ibarətdir. Bu sistemdə biz iki səviyyəli tanıma üsulundan istifadə etdik. Əvvəlcədən azərbaycan dilinin latın əlifbasının 32 simvoldan ibarət {ABCÇDEƏFGĞHHIJKLMMNOÖPQRSŞTUÜVXYZ} ilkin çoxluğundan yuxarısında ştrix və nöqtə olan simvolları – {ĞİÖÜ} silinir, belə ki, onların tanınması iki mərhələyə ayrılır: yuxarı və aşağı hissənin tanınması. Aşağı hissənin müəyyən edilməsi {GIOU} simvollarının tanınması üçün istifadə olunan xüsusi moduldan istifadə etməklə həyata keçirilir, yuxarı hissəsi isə başqa «yüngül» alqoritmlər vasitəsilə aparılır. Beləliklə, ilkin çoxluğun elementləri 32 simvoldan 28-ə endi. Sonra obyektiv klassifikasiya alqoritmlərinin köməyiylə, o cümlədən əl ilə, tanınan simvollar çoxluğunun klasterizasiyası aparılır və 28 simvollaq ilkin çoxluq bu 15 qrupa ayrılır: {A}, {B}, {CÇG}, {DOQ}, {EFP}, {Ə}, {HMN}, {IT}, {J}, {KRX}, {L}, {SS}, {UV}, {Y}, {Z}. Tanınmanın I mərhələsində öyrədilmiş NŞ simvolun bu 15 qrupdan birinə aid olmasını müəyyənləşdirir. Sonra, əgər tapılmış qrupda birdən artıq element olarsa, onda II mərhələdə olan NŞ işə qoşulur ki, bunlar da verilmiş simvolu I mərhələdə tapılmış qrupun içində tapmalıdır. Beləliklə, bizim halda, I səviyyədə bir NŞ, II səviyyədə isə səkkiz NŞ işləyəcək.

Tanınma prosesində həm formaların, həm də forma sahələrinin inamlı və şübhəli şəkildə tanındığı haqqında bütün statistika məlumatları saxlanılır. Yazılı cavablar üçün formaların müvafiq sahələri daha sonra nəzərdən keçirilməsi və ekspert qiymətləndirilməsi üçün işarələnir.

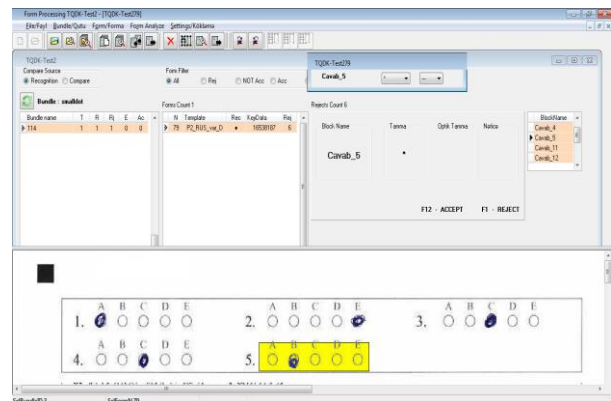
Yoxlama

Bütün tanınma nəticələri təsdiqləmə mərhələsindən keçir. Bu mərhələdə aşağıdakı prosedurlar yerinə yetirilir:

- Əvvəlki mərhələdə ekspertlərin əl ilə müəyyənləşdirməsi üçün təxirə salınmış forma şablonları müəyyən edilir.
- Şübhəli müəyyənləşdirilmiş sahələr operator tərəfindən yoxlanılır və qeyd olunan seçimlər göstərilir. Təsdiqləmə monitorun ekranındakı qrafik şəkillə tanınma nəticələrinin müqayisəsi yolu ilə aparılır. Operator tanınmanın düzgünlüyünü yoxlayır və zəruri hallarda düzəlişlər edir (şəkil 8).

İmtahan blanklarının tanınması və təsdiqlənməsi mərhələsi başa çatdıqdan sonra məlumatlar yazılı cavablar üçün ekspert qiymətləndirmələri zonasına daxil olur. Bu məqsədlə müstəqil ekspertlərin ekranlarına eyni anda qrafik rejimdə yazılı cavab zonaları çıxarılır. Bu zaman obyektivlik üçün, bu informasiya imtahan verən haqqında məlumatlar göstərilmədən verilir. Bütün ekspertlər qiymətləndirdikdən sonra, sistem cavabın obyektiv qiyməti haqda avtomatik qərar qəbul edir. Bu zaman ekspertlərin bütün fəaliyyətlərinin tam protokollaşdırılması və arxivləşdirilməsi aparılır.

İmtahan blankının nəticələri tam müəyyənləşdirildikdən sonra məlumatlar test suallarının cavablarının düzgünlüyünün qiymətləndirilməsi altsisteminə daxil olur. Burada imtahan verənin cavab nəticələrinin düzgün cavablarla müqayisəsi baş verir və xüsusi qəbul edilmiş meyarlar vasitəsilə hər bir imtahan blankı üzrə yekun qiymət avtomatik olaraq hesablanır.



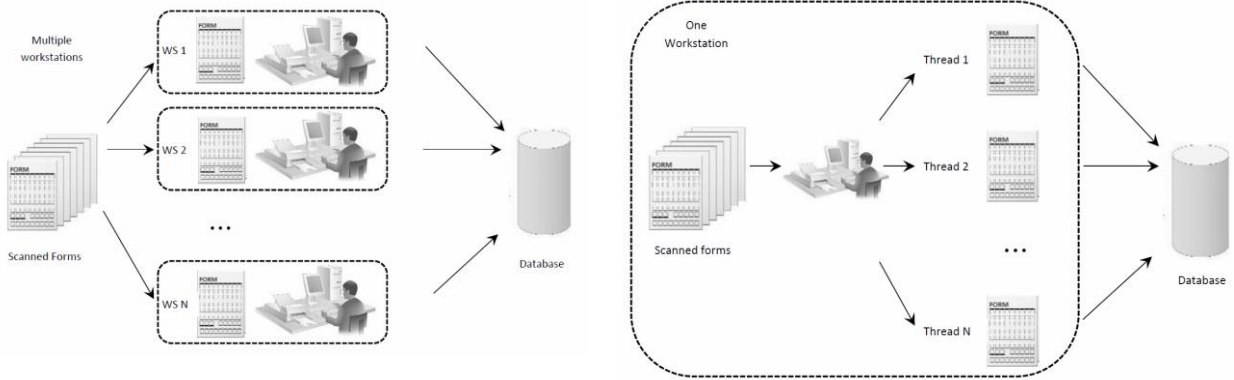
Şəkil 8. Yoxlama ekranı

İmtahanların nəticələrinin qiymətləndirilməsinin şəffaflığını və obyektivliyini təmin etmək üçün bütün məlumatlar (imtahan blankının skan edilmiş qrafik forması, imtahanın nəticələri və düzgün cavablar) İnternetdə imtahan verənin şəxsi kabinetinə yerləşdirilir.

3. Məhsuldarlığın artırılması imkanlarının təhlili

Bu cür sistemlərin fəaliyyətinin effektivliyinin mühüm meyarlarından biri də informasiyanın emal sürətidir. Səmərəliliyin artırılmasına aşağıdakı yanaşmalardan istifadə etməklə nail olmaq olar (şəkil 9):

1. Çoxlu skan etmə və tanıma stansiyalarının paralel istifadəsi;
2. Bir stansiya daxilində prosesləri paralel aparmaq üçün müasir prosessorların çoxaxınlıq (*ing. multi-thread*) xüsusiyyətlərindən istifadə.



a) işçi stansiyaların paralel istifadəsi

b) çoxaxınlılıqdan istifadə

Mövcud imkanları nəzərə alaraq məhsuldarlığı artırmaq üçün 2-ci yanaşmadan istifadə etdik, çünki onun həyata keçirilməsi əlavə avadanlıqların istifadəsini tələb etmir və məhsuldarlığın artırılması mövcud avadanlıqlarda aparılır.

İşlənib hazırlanmış sistemdə çoxaxınlı emal texnologiyasının həyata keçirilməsi üçün şablonun müəyyənləşdirilməsi və tanıma mərhələləri ayrı-ayrı axınlarla paralel olaraq buraxılmışdır, belə ki, məhz bu mərhələlərdə fərqli axınlarla eyni məlumatların qarşılıqlı istifadəsinin səmərəliliyini artırmaq mümkündür [16].

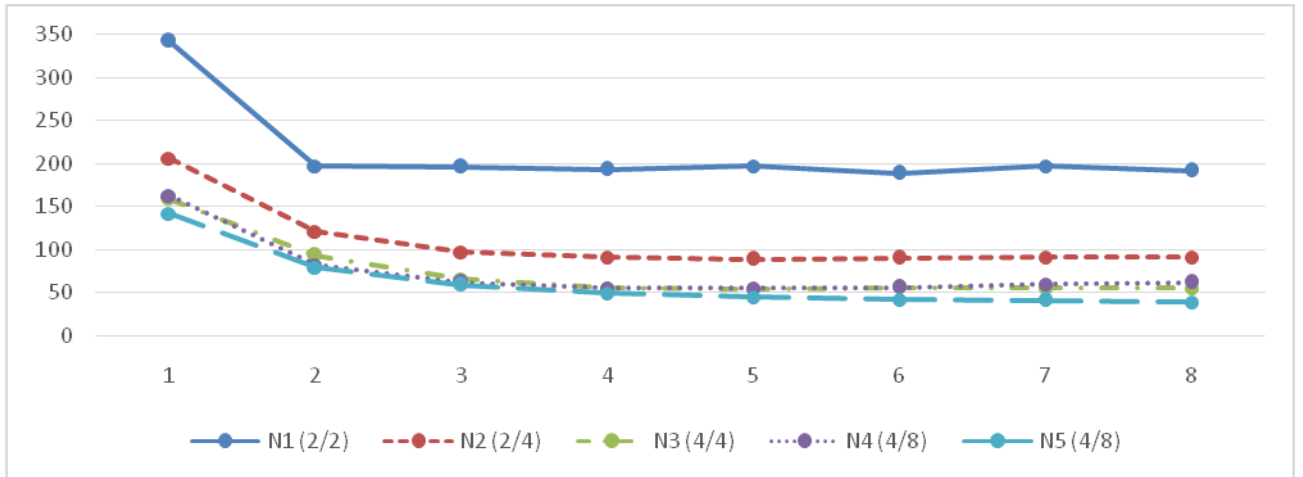
Cədvəl 1-də müqayisəli təhlil məqsədilə aparılmış hesablama təcrübələrində istifadə olunmuş eyni konfigurasiyaya malik işçi stansiyaların prosessorlarının növləri verilmişdir.

Cədvəl 1

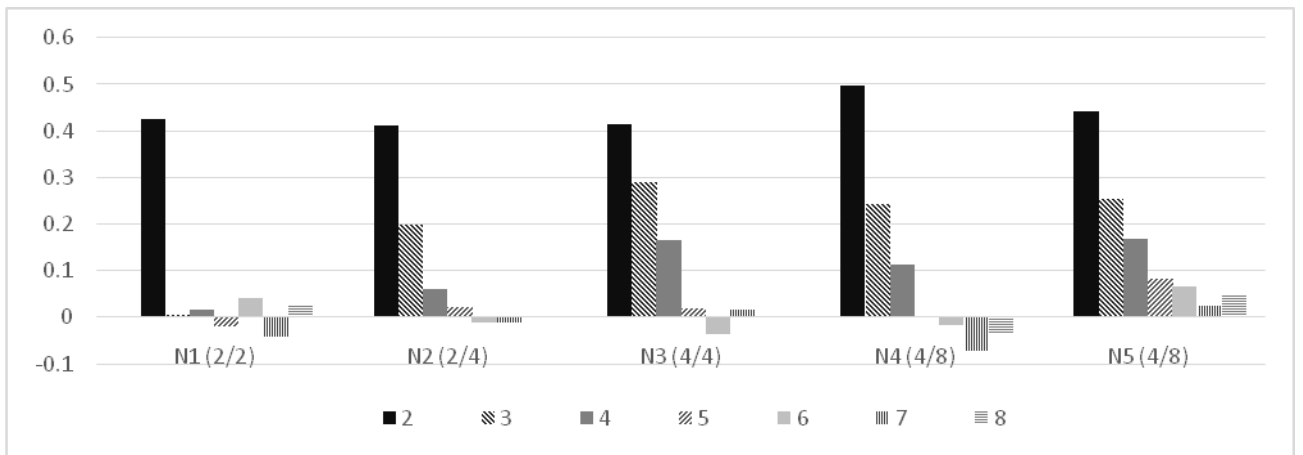
İşçi stansiyalarında istifadə olunan prosessor növləri

N	Processorun tipi	Nüvə sayı	Axın sayı
1	IntelCore 2 Duo T6570 2.10GHz	2	2
2	IntelCore i3-2120 3.30GHz	2	4
3	IntelCore i5-4590 3.30GHz	4	4
4	IntelCore i7-3770 3.40GHz	4	8
5	IntelCore i7-2600K 3.40GHz	4	8

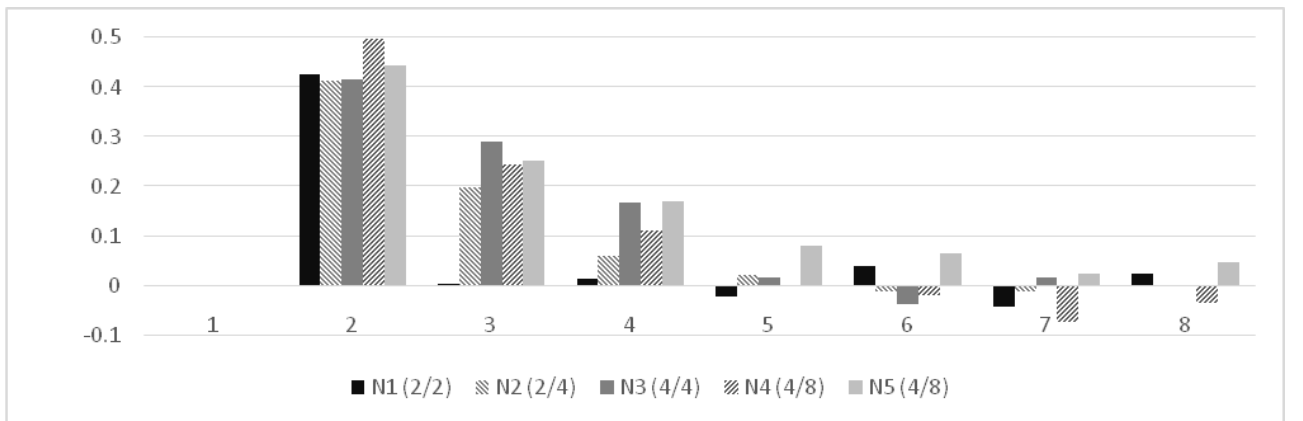
Hər təcrübədə sistem 1000 forma emal etdi. Tanınma 1-dən 8-ə qədər axından istifadə etməklə ardıcıl həyata keçirilmişdir. Şəkil 10–12-də emal vaxtının nüvələrin və axınların sayından asılılığını müəyyən etmək məqsədilə aparılmış eksperimentlərin nəticələri təqdim olunmuşdur.



Şəkil10. İstifadə olunan axınların sayından asılı olaraq tanıma müddəti (saniyələrlə)



Şəkil11. Axınların artması zamanı tanıma müddətinə görə səmərəlilik (stansiyalar üzrə)



Şəkil12. Axınların artması zamanı tanıma müddətinə görə səmərəlilik (nüvələr üzrə)

Aparılmış ədədi eksperimentlər nəticəsində aşkar edilmişdir ki, çoxaxınlı tanıma texnologiyasından istifadə zamanı məhsuldarlıq biraxınlı təcrübələrlə müqayisədə 3,5 dəfə artır. Axınların sayının fiziki nüvələrdən daha çox artması sistemin səmərəliliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırmır, hətta bəzi hallarda onun itirilməsinə səbəb olur (şəkil 11, 12).

4. Nəticə

Kütləvi şəkildə keçirilən sorğuların, xüsusən aralıq, buraxılış və qəbul test imtahanlarının nəticələrinin emalı və obyektiv qiymətləndirilməsi üçün işlənib hazırlanmış sistem qısa müddətdə kütləvi imtahanların keçirilməsinə və onların düzgün və obyektiv qiymətləndirilməsini təmin etməyə imkan verir. Bu sistem test imtahanlarında istifadə olunan, demək olar ki, istənilən forma tipinə uyğunlaşdırıla bilər. Onun istifadəsi, həmçinin bahalı və mürəkkəb optik skanerlərin istifadəsindən imtina etməyə imkan verir. Qiymətləndirmənin şəffaflığı imtahan verən şəxslərin doldurduğu formaların skan edilmiş şəkillərinin, onların emalı nəticələrinin və nəticələrin qiymətləndirilməsinin ən qısa müddətdə İnternetdə imtahan verən şəxslərin Şəxsi kabinetlərində yerləşdirilməsi hesabına təmin edilir. İşlənmiş sistem orta məktəblərdə buraxılış və ali məktəblərə qəbul imtahanlarının nəticələrinin emalı zamanı Azərbaycanın Dövlət İmtahan Mərkəzində istifadə olunur.

Ədəbiyyat

1. Optical mark recognition. https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_mark_recognition
2. ABBYY FormReader Enterprise Edition. User`s Guide. 2016.
3. Bhatia E.N. Optical Character Recognition Techniques: A Review // International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, vol.4, issue 5, May 2014, pp.1219–1223.
4. Hamad K.A., Kaya M. A Detailed Analysis of Optical Character Recognition Technology // International Journal of Applied Mathematics, Electronics and Computers, 2016, 4 (Special Issue), pp.244–249.
5. Мустафаев Э.Э. Многоуровневая иерархическая система распознавания рукописных форм / Материалы научной конференции «Современные проблемы прикладной математики», Баку, 2002, с.154–157.
6. Айда-заде К.Р., Талыбов С.Г., Мустафаев Э.Э. Многоуровневая система распознавания рукописных форм / Доклады 11-й Всероссийской конференции «Математические методы распознавания образов», Москва, 2003, с.230–233.
7. Monga P.H., Kaur M. A Novel Optical Mark Recognition Technique Based on Biogeography Based Optimization // International Journal of Information Technology and Knowledge Management, July-December 2012, vol.5, no.2, pp.331–333.
8. Rakesh S, Kailash Atal, Ashish Arora. Cost Effective Optical Mark Reader // International Journal of Computer Science and Artificial Intelligence Jun. 2013, vol.3, issue 2, pp.44–49.
9. LeCun Y., Doser B., Denker J. et al. Handwritten Digit Recognition with a Back-Propagation Network // Advances in Neural Information Processing Systems, D.S.Touretzky, Ed., Denver, 1990, vol.2, pp.396–404.
10. LeCun Y., Bottou L., Orr G., and Muller K. Efficient BackProp // Neural Networks: Tricks of the Trade, Germany, Berlin:Springer, 2012, pp.9–48.
11. LeCun Y., Denker J., Solla S. Optimal Brain Damage // Advances in Neural Information Processing Systems 2, 1990, pp.598–605.
12. Айда-заде К.Р., Мустафаев Э.Э. Ассоциативные многоуровневые системы распознавания объектов // Известия НАН Азербайджана, серия ф.т. и м.н., 2001, №3, с.15–18.
13. Айда-заде К.Р., Мустафаев Э.Э. Повышение интеллектуального уровня искусственных нейронных сетей // Известия НАН Азербайджана, серия ф.т. и м.н., 2003, №3, с.17–20.
14. Mori M., Wakahara T., Ogura K. Measures for Structural and Global Shape Description in Handwritten Kanji Character Recognition / Proc. SPIE 3305, Document Recognition V, 1 April 1998, pp.81–89.
15. Hwang Y.S., Bang S.Y. Recognition of Unconstrained Handwritten Numerals by Radial Basis Function Network Classifier // Pattern Recognition Letters, 1997, vol.18, pp.657–664.

16. Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Rjnald L. Rivest. Clifford Stein. Introduction to Algorithms. M: Publishing house “Williams”, 2014.

УДК 658.014

Айда-заде Камил Р.¹, Халилов Чингиз Дж.², Мустафаев Эльшан Э.³, Махмудов Ильгар М.⁴

^{1,3} Институт Систем Управления НАНА, Баку, Азербайджан

^{2,4} Государственный Экзаменационный Центр Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан

¹kamil_aydazade@rambler.ru, ²ch.khalilov@dim.gov.az, ³elshan.mustafayev@gmail.com,

⁴i.mahmudov@dim.gov.az

Компьютерная система для автоматической обработки результатов тестовых экзаменов

Распознавание образов все чаще находит применение в больших информационных системах. Развитие теоретической базы обработки изображений и широкое использование свободных библиотек с открытым кодом делают возможным применение новых решений в разнообразных прикладных задачах. Одной из таких задач является автоматическая машинная обработка ответов массово проводимых тестовых экзаменов. В данной работе описывается разработанная система, используемая Государственным Экзаменационным Центром Азербайджана при обработке результатов проводимых промежуточных, выпускных школьных и приемных в вузы экзаменов, показавшая свою способность к надежному, быстрому, достоверному и объективному оцениванию. Данная система может быть настроена практически на любой применяемый на тестовых экзаменах тип бланка. Ее использование также позволяет отказаться от дорогих и сложных в эксплуатации оптических сканеров. Для повышения скорости обработки информации системы предложено использование свойства многопоточности современных процессоров для распараллеливания процессов в пределах одной станции. В результате проведенных численных экспериментов было выявлено, что использование многопоточной технологии распознавания позволяет увеличить производительность почти в 3,5 раза по сравнению с однопоточной.

Ключевые слова: обработка информации, интеллектуальная система, оценивание результатов, обработка изображений, автоматическая обработка ответов.

Kamil R.Aida-zade¹, Chingiz J. Khalilov², Elshan E. Mustafayev³, Ilgar M. Mahmudov⁴

^{1,3} Institute of Control Systems of ANAS, Baku, Azerbaijan

^{2,4} State Examination Center of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

¹kamil_aydazade@rambler.ru, ²ch.khalilov@dim.gov.az, ³elshan.mustafayev@gmail.com,

⁴i.mahmudov@dim.gov.az

Computer system for automated processing of the results of the test exams

Pattern recognition is increasingly used in large information systems. The development of the theoretical base of image processing and the widespread use of free open source libraries make it possible to use new solutions in a variety applied problems. One of these tasks is the automatic machine processing of the answers of massively conducted test exams. This paper describes the developed system, used in processing the results of mass exams, which shows the ability for reliable, rapid and objective assessment. This system can be configured on almost any type of form. Its use also allows to abandon the expensive and difficult to use OMR scanners. To increase productivity of system we propose to use the multicore/multithreading property of modern processors to parallelize processes within a single workstation. As a result of experiments, it is found that the transition to multi-threaded recognition can increase productivity up to 3.5 times compared to single-threaded.

Keywords: information processing, intelligent system, evaluation of results, image processing, multithreading recognition, automatic response processing.