

3-Rasm. 906 Hz markaziy chastotali diapazon osti uchun, diapazon osti spektri, o'rtacha energiya, spektral sentroid.

Xulosa. Xulosa qilib aytish mumkinki, Chiziqli bashoratlash va spektral sentroid usullari uzoq vaqt davomida nutqni raqamli qayta ishlash vazifalarida asosiy yondashuvlardan biri bo'lib qolmoqda. Ushbu usullar yordamida nutqni tanib olishdagi xatolikni bir muncha kamaytirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Крылова И.Ю., Рудакова О.С. Биометрические технологии как механизм обеспечения информационной безопасности в цифровой экономике // Молодой ученый. – 2018. – № 45. – С. 74–79.
2. Фант Г. Акустическая теория речеобразования / пер. с англ. Л.А. Варшавского и В.И. Медведева ; под ред. В.С. Григорьева. – М.: Наука, 1964. – 284 с.
3. Фланеган Дж.Л. Анализ, синтез и восприятие речи: пер. с англ. / под ред. А.А. Пирогова. – М.: Связь, 1968. – 396 с.
4. Кодзасов С.В., Кривнова О.Ф. Общая фонетика. – М.: Рос. гос. гуманит. ун-т, 2001. – 592 с.
5. Рабинер Л.Р., Шафер Р.В. Цифровая обработка речевых сигналов: пер. с англ. / под ред. М.В. Назарова и Ю.Н. Прохорова. – М.: Радио и связь, 1981. – 496 с.
6. – Sapporo, Japan, 2014. – P. 300–302.
7. Investigation of spectral centroid magnitude and frequency for speaker recognition / J.M.K. Kua, T. Tharmarajah, M. Nosratighods, E. Ambikairajah, J. Epps // Odyssey 2010. The Speaker and Language Recognition Workshop. – Brno, Czech Republic, 2010. – P. 34–39.

GISTOLOGIK TASVIR CHEGARASIGA TEGIB TURGAN SOHALARNI OLIB TASHLASH USULI

t.f.d., k.i.x. Mirzayev Nomaz,
tayanch doktorant Meliyev Farxod Fattoyevich,
stajer tadqiqotchi G'afforov Nuraddin Yorkin o'g'li
Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt rivojlantirish ITI
farhodtorg@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur ishda gistologik tasvirlarni bo'sag'aviy segmentlash usuli tadqiq qilinib, tasvir chegaralarida bo'lgan va tasvirda to'liq nomoyon bo'lmagan sohalarni olib tashlash usuli taklif etilgan. Usul eksperimental tadqiqotlar orqali tekshirib ko'rilgan. Taklif qilingan usul asosida yaratilgan dasturiy vosita yordamida olib borilgan tajribaviy tadqiqotlar yoritilgan.

Kalit so'zlar: gistologik tasvir, tasvirlarga raqamli ishlov berish, segmentlash, bo'sag'aviy funktsiya, sinflararo dispersiya.

Kirish

Zamonaviy tibbiy tasvirlarga ishlov berish usullari tashxis aniqligi va samaradorligini oshirishda, ayniqsa gistologiya sohasida muhim rol o'ynaydi [1]. Hozirgi tibbiy diagnostikada bemorlarning to'qimalari va hujayralari haqida ma'lumot olish uchun gistologik tasvirlar keng qo'llaniladi. Tibbiyot sohasida tasvirlarni olishning raqamli gistologiya kabi yuqori texnologiyali usullari paydo bo'lishi bilan olingan ma'lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilishning avtomatlashtirilgan usullariga ehtiyoj ortdi [2,3]. Ushbu sohadagi asosiy muammolardan biri gistologik tasvirlarda biologik tuzilmalar hajmi va chegaralarini avtomatlashtirilgan tarzda aniqlashdir. Gistologik tasvirlarda sohalarning o'lchamini aniqlash ma'lumotlarni tahlil qilish

jarayonidagi asosiy qadam bo'lib, uni avtomatlashtirish tibbiy tadqiqotlarning aniqligi va samaradorligini sezilarli darajada oshirishi mumkin. Biroq, gistologik tasvirlarda biologik sohalarining aniq va samarali o'lchamlarini aniqlash diagnostika va davolashni rejalashtirish uchun aniqroq ma'lumotlarni taqdim etish uchun muhim masala bo'lib qolmoqda.

Masalaning qo'yilishi

Gistologik tasvirni $M \times N$ o'lchamdagi I matritsa shaklida taqdim qilaylik, bunda har bir I_{ij} element pikselning (i, j) pozitsiyasidagi intensivligini ifodalaydi. B - tasvirni bo'sag'aviy segmentlash orqali olingan binar tasvir bo'lsin, bunda B_{ij} ning har bir elementi piksel tanlangan sohaga tegishli bo'lsa 1 ga, aks holda 0 ga teng.

Sohalarning o'lchamlarini aniqlash uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

1. R bo'sag'aviy segmentlash bilan aniqlangan sohalar to'plami bo'lsin. Har bir $r \in R$ soha B binar tasviridagi piksellar to'plamini ifodalaydi.
2. Har bir $r \in R$ soha uchun piksellar soni, ya'ni uning A_r o'lchamini aniqlash kerak bo'lsin.

Shunday qilib, masalani matematik tarzda quyidagicha shakllantirish mumkin:

1. Binar tasvirni shakllantirish:

$$B_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{agar } I_{ij} \geq T \\ 0, & \text{agar } I_{ij} < T \end{cases} \quad (1)$$

bunda T – bo'sag'aviy qiymat.

2. Sohalar to'plamini aniqlash:

$$R = \{r_1, r_2, \dots, r_k\}$$

Maqsad R to'plamning gistologik tasvirdagi o'lchamlari biologik tuzilmalarga mos keladigan sohalarini o'z ichiga olishini ta'minlaydigan T bo'sag'aviy qiymatni topishdan iboratdir.

Taklif etilayotgan usullar.

Bo'sag'aviy segmentatsiya - bu piksellarni intensivligi yoki rangiga qarab ikki guruhga ajratadigan tasvirga ishlov berish usuli. Bo'sag'aviy segmentatsiyaning asosiy g'oyasi yorqinlik yoki rang qiymati uchun shunday bo'sag'aviy qiymatni belgilashdan iborat bo'ladiki, unda piksel u yoki bu sinfga tegishli deb hisoblanadi [4]. Intensivligi bo'sag'aviy qiymatdan katta bo'lgan piksellar bir sinfga, intensivligi bo'sag'aviy qiymatdan kichik bo'lgan piksellar esa boshqa sinfga tegishli bo'ladi.

Zamonaviy masalalarda tasvirni binarizatsiya qilish uchun optimal bo'sag'aviy qiymatini avtomatik ravishda hisoblash kerak bo'ladi. Bunday masalalarda tasvirni binarlashtirishning bo'sag'aviy qiymatini avtomatik hisoblash uchun Otsu usuli keng qo'llaniladi [5]. Otsu piksellarning ikkita sinfi: fon va ob'ekt (yoki fon va old fon o'rtasidagi) o'rtasidagi ajratishni maksimal darajada oshiradigan mezonni taklif qildi [6]. Matematik jihatdan u sinf ichidagi dispersiyani minimallashtirish va sinflararo dispersiyani maksimallashtirishga asoslanadi va uni quyidagi bosqichlar bilan tavsiflash mumkin:

1. Har bir yorqinlik darajasining paydo bo'lish ehtimoli $p(i)$ ni hisoblash:

$$p(i) = \frac{n_i}{N}, \quad (2)$$

bunda n_i - yorqinlik darajasi i bo'lgan piksellar soni, N - tasvirdagi piksellarning umumiy soni.

2. Ikki $w_0(t)$ va $w_1(t)$ sinflar uchun umumiy ehtimollikni hisoblash:

$$\begin{aligned} w_0(t) &= \sum_{i=0}^t p(i), \\ w_1(t) &= \sum_{i=t+1}^{L-1} p(i), \end{aligned} \quad (3)$$

bunda $w_0(t)$ - yorqinlik darajasi t dan kam bo'lgan barcha piksellarning umumiy ehtimoli, $w_1(t)$ - yorqinlik darajasi t dan katta bo'lgan barcha piksellarning umumiy ehtimoli, L - yorqinlik darajalarining umumiy miqdori.

3. Ikki $\mu_0(t)$ va $\mu_1(t)$ sinf uchun o'rtacha qiymatlarni hisoblash:

$$\begin{aligned} \mu_0(t) &= \frac{1}{w_0(t)} \sum_{i=0}^t i \cdot p(i), \\ \mu_1(t) &= \frac{1}{w_1(t)} \sum_{i=t+1}^{L-1} i \cdot p(i). \end{aligned} \quad (4)$$

4. Ikki $\sigma_0^2(t)$ va $\sigma_1^2(t)$ sinf uchun sinf ichidagi dispersiyani hisoblash:

$$\begin{aligned}\sigma_0^2(t) &= \frac{1}{w_0(t)} \sum_{i=0}^t (i - \mu_0(t))^2 \cdot p(i), \\ \sigma_1^2(t) &= \frac{1}{w_1(t)} \sum_{i=t+1}^{L-1} (i - \mu_1(t))^2 \cdot p(i).\end{aligned}\quad (5)$$

5. Sinflararo dispersiyani hisoblash $\sigma^2(t)$:

$$\sigma^2(t) = w_0(t) \cdot w_1(t) \cdot (\mu_0(t) - \mu_1(t))^2 \quad (6)$$

6. Otsu mezoniga ko'ra bo'sag'aviy qiymatni tanlash:

$$t^* = \arg \max_t \sigma^2(t) \quad (7)$$

6 - qadamda olingan t^* bo'sag'aviy qiymat tasvirni binarizatsiya qilish uchun optimal bo'sag'aviy qiymat bo'ladi. Yorqinlik darajasi t^* dan kam yoki unga teng bo'lgan piksellar bir sinf, yorqinligi darajasi t^* dan kattaroq piksellar boshqa sinf hisoblanadi.

Gistologik tasvirlar murakkab tarkibga ega bo'lganligi va to'qimalarning mikroskopik tasvirlarini ifodalaganligi sababli, bunday tasvirlarda ba'zi artefaktlar, shovqinlar, tasvirga to'liq yoki qisman kirmagan ob'ektlarning sohalari, shuningdek, tasvirning chegaralarga tegib qolgan sohalar bo'lishi mumkin [7]. Noaniqliklarga yo'l qo'ymaslik uchun odatda bunday sohalarni olib tashlash tavsiya etiladi. Bunday sohalarni olib tashlash uchun quyidagi usuldan foydalanish mumkin.

Tasvir chegarasiga tegib turgan sohalarni olib tashlash usuli.

Faraz qilaylik Z tasvir berilgan bo'lib, $A \times B$ uning o'lchamlari bo'lsin, unda Z_{ij} pikselning (i,j) pozitsiyadagi intensivligini ifodalasin. Intensivlik qiymatlari $[0, 1]$ oraliqda deb qabul qilinadi, bunda 0 qora (fon), 1 oq (ob'ekt).

Tasvir chegarasiga tegib turgan sohalarni olib tashlash usuli quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi:

1. Chegaradagi sohalarni aniqlash:

- Buni chegaraga tegib turgan piksellar joylashgan sohalarni aniqlash orqali amalga oshirish mumkin. Binar tasvirni belgilab chiqamiz, ya'ni piksel sohaga tegishli bo'lsa, $V_{ij}=1$ deb olinadi, aks holda $V_{ij}=0$ ga teng.

$$V_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{agar } Z_{ij} = 1 \text{ va } i = 0 \text{ yoki } i = A - 1 \text{ yoki } j = 0 \text{ yoki } j = B - 1 \\ 0, & \text{aks holda.} \end{cases}$$

2. Sohalarni olib tashlash:

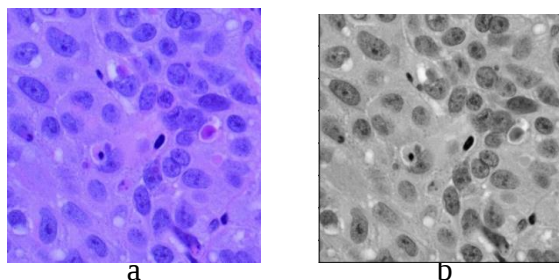
- Chegaraga mos keladigan sohalar olib tashlanadi. Bunga ushbu sohalarning piksel qiymatlarini 0 ga tenglashtirish orqali erishish mumkin.

$$Z_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{agar } V_{ij} = 1 \\ Z_{ij}, & \text{aks holda.} \end{cases} \quad (8)$$

Shunday qilib, matematik jihatdan, bu usul tasvir chegarasidagi sohalarga tegishli piksellar qiymatlarini nolga tenglashtirish uchun binar niqob [8] bilan elementlarni ko'paytirish operatsiyasi qo'llanadi.

Eksperimental tadqiqotlar

Yuqoridagi usullarning ishlashi amalda eksperimental tadqiqotlar bilan tasdiqlangan. Eksperimental tadqiqot ob'ektlari sifatida inson o'pkasining gistologik tasvirlari tanlangan (1-rasm).



1-rasm. Inson o'pkasining gistologik tasviri:
(a) - rangli tasvir, (b) – kulrang rangdagi tasvir.

2a-rasmda (2-7) formulalar yordamida ushbu tasvirning bo'sag'aviy segmentatsiyasi natijasi ko'rsatilgan. Rasm segmentatsiyasidan so'ng, yuqoridagi usul va (8) formuladan foydalanib, tasvir chegaralariga tegib turgan sohalarni olib tashlash mumkin. Olib tashlash natijasi 2b-rasmda ko'rsatilgan.



2-rasm. Chegaraga tegib turgan sohalarni olib tashlash natijasi:

(a) - segmentlangan tasvir, (b) - chegaraga tegib turgan sohalarni olib tashlanganidan keyin natija.

Yuqoridagi usuldan foydalanishni avtomatlashtirish uchun Pythonda dasturiy vosita yaratildi, u yordamida tasvirlarni ochish, segmentlash, chegaralardagi sohalarni o'chirish va sohalar haqidagi ma'lumotlarni filtrlash uchun ba'zi qiymatlarni o'rnatish mumkin.

Xulosa

Ushbu ishda gistologik tasvirlarga keng qo'llaniladigan va tibbiyot, biologiya va boshqa fanlar sohasidagi tadqiqotlar imkoniyatlarini kengaytiruvchi, to'qimalar va hujayralar tuzilmalarini yanada chuqurroq o'rganish imkonini beruvchi bo'sag'aviy segmentatsiya usuli qo'llanildi. Tasvirga to'liq tushmagan yoki tasvir chegaralariga tegib turgan sohalarni olib tashlashning bosqichma-bosqich usuli tavsiflangan. Ushbu usullardan foydalanishni avtomatlashtirish uchun gistologik tasvirlarni tahlil qilish uchun foydalaniladigan dasturiy vosita yaratildi.

Ta'riflangan segmentatsiya usuli tibbiy diagnostika va ilmiy tadqiqotlarda muhim istiqbolga ega bo'lgan tahlillarni avtomatlashtirish va aniqligini oshirishning muhim vositasi sifatida xizmat qilishi mumkin.

Adabiyotlar

1. S. Cohen, B. Wood, M. Bui. "Digital Pathology: Historical Perspectives, Current Concepts & Future Applications". Springer, 2016.-116 p.
2. I. Bankman. Handbook of Medical Image Processing and Analysis, 2nd Edition - December 19, 2008. - 1000 p.
3. M. Zarella, C. Yeoh, D. Breen, F.Garcia, J.Anari, P. Ginter, B. Knudsen. A practical guide to whole slide imaging: a white paper from the digital pathology association // Archives of pathology & laboratory medicine, 2019,143(2), 222-234 pp.
4. R. Gonzalez, R. Woods. Digital Image Processing, 3rd edition, corrected and enlarged. Moscow: Technosphere, 2012. - 1104 p.
5. N. Otsu. A threshold selection method from gray-level histograms // IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, 1979, 9(1), 62-66.
6. M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle. Image Processing, Analysis, and Machine Vision, 4rd Edition, 2014. - 555 p.
7. S. Marchand-Maillet, Y.Sharaiha. Binary digital image processing - a discrete approach // Journal of Electronic Imaging, 2000, 10(2).
8. M. Freeman. The Photographer's Eye: Composition and Design for Better Digital Photos // Focal Press, 2007. – 192 p.