

SENSORLI IPLAR YORDAMIDA SMART TRIKOTAJ MATOLARNING HARAKATGA SEZGIRLIGI: REABILITATSIYA VA SPORT UCHUN QO‘LLANILISHI

Tojaliyev Davronbek O‘rinboy o‘g‘li
Farg‘ona politexnika instituti magistranti
Xomidov Voxidjon Obidovich
Farg‘ona politexnika instituti v.b dots.

Annotatsiya: Zamonaviy to‘qimachilik sanoatida inson harakatini aniqlashga qodir aqlli materiallar muhim innovatsion yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Ushbu maqolada sensorli iplar yordamida ishlab chiqarilgan trikotaj matolarning harakatga sezgirlik xususiyatlari, ular asosida tayyorlangan smart kiyimlarning sport va rehabilitatsiya sohalaridagi amaliy ahamiyati, texnologik imkoniyatlari va ilmiy asoslari yoritiladi. Tadqiqot davomida turli sensorli tolalar, elektron o‘lchov tizimlari, hamda sinov natijalari asosida materiallarning funksional samaradorligi baholangan.

Kalit so‘zlar: trikotaj, sensor, harakat, rehabilitatsiya, sport, piezorezistiv, kapasitif, karbon, texnologiya, kiyim, elektronika, aqlli, monitoring, sanoat, dizayn

1. Kirish

To‘qimachilik sanoatida so‘nggi yillarda yuqori texnologiyali materiallar — xususan, sensorli iplar yordamida ishlab chiqarilgan smart trikotaj matolar katta qiziqish uyg‘otmoqda. Bunday matolar inson tanasining harakatiga javob qaytarib, uni aniqlash va raqamli signalga aylantirish xususiyatiga ega. Bu texnologiya zamonaviy to‘qimachilikning faqat modaga emas, balki sog‘liqni saqlash, sport, va inson salomatligini nazorat qilish sohalariga ham kirib borayotganining yaqqol dalilidir. Bunday yondashuv sportchilarning harakatlarini tahlil qilishda, hamda rehabilitatsiyada bemorlarning tiklanish jarayonini monitoring qilishda qo‘llanilmoqda.

Smart matolar inson tanasining egilishi, bosimi yoki harorat o‘zgarishlariga sezgir bo‘lgan iplar orqali signallar uzatadi va bu signalni mikroprotsessorlar yordamida raqamli ma‘lumotga aylantiradi. Mazkur texnologiya asosida ishlab chiqilgan kiyimlar nafaqat foydalanuvchi holatini doimiy monitoring qiladi, balki



ularning mashqlarni to‘g‘ri bajarishiga, reabilitatsiya natijadorligini oshirishga xizmat qiladi.

2. Sensorli iplarning turlari

Sensorli iplar — bu elektr yurituvchi, bosimga sezgir yoki deformatsiyaga reaksiya beruvchi iplar bo‘lib, ular odatiy trikotaj iplar bilan uyg‘unlashtiriladi. Quyidagi turdagi sensor iplar keng qo‘llaniladi:

Sensor turi	Material bazasi	Reaksiya turi	Qo‘llanilish sohasi
Piezorezistiv iplar	Karbonli, kumushli iplar	Deformatsiya, bosim	Reabilitatsiya, sport
Kapasitif iplar	Dielektrik tolali kompozit	Yaqinlik, teginish	Smart qo‘lqop, monitoring
Optik tolali iplar	Yorug‘likni o‘tkazuvchi iplar	Egilish, burilish	Ovoz va harakat deteksiyasi

Sensorli iplarning har biri muayyan afzallik va cheklovlarga ega. Masalan, piezorezistiv iplar yuqori sezgirlikka ega, ammo tezda eskirishi mumkin. Kapasitif iplar murakkab elektron integratsiyani talab qiladi, optik tolalar esa egilish burchagini aniq aniqlash imkonini beradi, lekin ulardan foydalanishda yorug‘lik manbalari bilan moslikni hisobga olish lozim.

3. Trikotaj matoga integratsiya qilish

Sensorli iplar to‘qimachilik texnologiyasiga mos ravishda trikotaj tuzilmalarga birlashtiriladi. Bu jarayon maxsus kompyuterlashtirilgan to‘quv mashinalarida amalga oshiriladi. Ular trikotaj matoning elastiklik, nafas oluvchanlik kabi fizik xususiyatlarini saqlab qolgan holda, signal uzatuvchi qatlamni hosil qiladi. Sensorli iplar odatda matoning belgilangan qismlariga — tizza, orqa, elka, tirsak yoki bel qismiga joylashtiriladi.

Bunday integratsiya qilishda quyidagi to‘qilish strukturalari ishlatiladi:

- Interlok trikotaj: ikki tomonlama to‘qilish, barqarorlik va mustahkamlik beradi.
- Ribb (ribana): elastiklik yuqori, ayniqsa bo‘yin va yeng sohalari uchun mos.
- Jacquard trikotaj: naqshli va murakkab dizaynlar uchun mos, sensorli iplarni yashirish mumkin.



4. Amaliy qo‘llanilishi

4.1 Sport sohasida

Sensorli trikotaj kiyimlar sportchilar harakatlarini real vaqtda qayd qilib, ularning mashq samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Masalan, yugurish paytida tizzaning egilish burchagini o‘lchash, to‘g‘ri qadam tashlash monitoringi. Ba’zi tizimlarda mobil ilovalar orqali real vaqt rejimida feedback (qayta aloqa) taqdim etiladi, bu esa foydalanuvchi uchun trening jarayonini yaxshilaydi.

4.2 Reabilitatsiyada

Harakat cheklangan yoki insult, falaj holatlaridan keyingi reabilitatsiya jarayonlarida sensorli matolar yordamida bemorning harakatlari kuzatilib, tiklanish bosqichlari tahlil qilinadi. Bu shifokorga tayanib, individual reabilitatsiya rejasini tuzishga yordam beradi. Masalan, egilish, bukilish yoki qadam bosishdagi simmetrik harakatlar o‘lchanadi, ularning o‘zgarishi asosida qayta tiklash jarayoniga baho beriladi.

5. Sinov va natijalar

Tajriba sifatida uch xil sensorli ipdan iborat trikotaj matolar tayyorlandi va egilish burchagi bo‘yicha deformatsiyaga sezgirlik o‘lchandi. Sinovlar laboratoriya sharoitida ISO 13934-1 standarti asosida o‘tkazildi. O‘lchovlar mobillikni o‘lchovchi qurilmalar bilan, shuningdek, kuchlanishni aniqlovchi voltmetr orqali amalga oshirildi.

Namuna	Sensor ip materiali	Egilish burchagi (°)	Qarshilik o‘zgarishi (%)	Elektr signal aniqligi
A	Kumushli ip	0–60°	15%	O‘rtacha
B	Karbonli ip	0–90°	27%	Yuqori
C	Optik tolali ip	0–45°	10%	Past

Natijalarga ko‘ra, karbon asosli iplar yuqori sezgirlikka ega bo‘lib, eng yaxshi deformatsiyaga nisbatan o‘zgarish ko‘rsatdi. Kumushli iplar esa uzoq muddatli barqarorlik bilan ajralib turdi, optik iplar esa kichik egilishlarda aniqlik ko‘rsatgan bo‘lsa-da, umumiy sezgirlik darajasi pastroq bo‘ldi.

6. Ilmiy yangilik

Ushbu tadqiqotda trikotaj matoga integratsiyalangan karbonli sensor iplarning harakatni aniqlashdagi sezgirliigi tahlil qilinib, ularning reabilitatsiya sohasidagi yuqori aniqlikdagi ishlatilish imkoniyatlari birinchi marta sinovdan o'tkazildi. Bu yondashuv O'zbekiston sharoitida mavjud ishlab chiqarish quvvatlari, ayniqsa kompyuterlashtirilgan yassi trikotaj to'quv mashinalari bilan uyg'unlashadi. Shuningdek, ushbu tadqiqot trikotaj mahsulotlarining faqat moda emas, balki tibbiy texnologiya bilan uyg'unlashgan multifunksional mahsulot sifatida rivojlanayotganini ko'rsatadi.

7. Xulosa

Sensorli iplar bilan yaratilgan smart trikotaj matolar kelajakda sport, tibbiyot va kundalik hayotda faol foydalaniladigan funksional kiyimlarning asosi bo'lib xizmat qilishi mumkin. Ular nafaqat komfort, balki salomatlik monitoringi va harakat tahliliga xizmat qiladi. Matoning egilish, bosim, harorat va boshqa tashqi ta'sirlarga sezgirliigi uni ilg'or zamonaviy materialga aylantiradi. Mazkur maqola asosida, yengil sanoat muhandislari uchun yangi tadqiqot yo'nalishlari ochilishi mumkin: misol uchun, arzonroq sensorli iplarni lokal xom ashyolar asosida ishlab chiqish, yoki elektron komponentlarni to'g'ridan-to'g'ri trikotaj jarayoniga qo'shish.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Tadesse M.G., Cho Y. (2021). Recent Advances in the Development of Conductive Fibers and Yarns for Smart Textiles. *Fibers*, 9(1), 5.
2. Lin Z., Wang Y., Xu J., Yang Z. (2021). Multifunctional Smart Textiles Based on Conductive Fibers and Yarns: A Review. *Materials & Design*, 202, 109518.
3. Zhao X., Liu Y., Zhang M. (2020). Conductive Yarns for Textile-Based Electronics: A Review. *Advanced Materials Interfaces*, 7(12), 2000174.
4. Zeng W., Shu L., Li Q., Chen S. (2022). Wearable Fiber/Fabric-Based Triboelectric Nanogenerators for Self-Powered Human Motion Sensing. *Nano Energy*, 92, 106701.
5. ISO 13934-1: Textiles — Tensile properties of fabrics — Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method.
6. O'zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish vazirligi: «Yengil sanoatda aqlli materiallar» bo'yicha hisobot, 2023.

7. U. Rahimov, D. To‘raqulov. (2022). Trikotaj sanoatida funktsional iplar va ularning qo‘llanilishi. *Textile Science Journal*, Toshkent, №2(14).
8. H. Kwon, J. Kim. (2023). Performance Evaluation of Knitted Wearable Strain Sensors for Monitoring Joint Movements. *Smart Materials and Structures*, 32(4).



Research Science and Innovation House

