

Absztrakt

Ez a kutatás egy olyan alkalmazást mutat be, amely az otthoni edzésgyakorlatokat végzők számára nyújt segítséget. A rendszer videót vesz bemeneti adatként, és visszajelzést ad a gyakorlat végrehajtása során elkövetett hibákról úgy, hogy konvolúciós neurális hálózatot (CNN) használ a végtagok pozícióinak meghatározására, valamint matematikai számításokat végez az azok közötti szögek meghatározására. Ezen információk alapján a rendszer nagy pontossággal képes eldönteni, hogy a következő gyakorlatok során helyesen végezték-e el a mozgástartományt: vállból nyomás, egykaros bicepsz emelés, egykaros döntött törzsű evezés, kitérés nem váltakozó verziója és egykaros tricepsz kinyújtás.

Kulcsszavak

CNN, Konvolúciós neurális hálózat, Edzés, Vektorszámítás, OpenPose, Movenet

Motiváció

A projekt motivációja abból adódik, hogy az otthoni edzés egyre népszerűbbé válik, mivel kényelmes, megfizethető és időtakarékos módja a testmozgásnak. A COVID-19 járvány alatt különösen fontos szerepe volt, mivel az emberek nem látogathatták a fitnessközpontokat. Bár az interneten könnyen elérhetők ingyenes edzésvideók, ez egyben veszélyt is jelenthet, mivel az önálló edzés gyakran hibákhoz vezethet, amelyek nem kerülnek korrigálásra. Az edzésvideók elméleti tudást biztosítanak, de nem nyújtanak visszajelzést a végrehajtott hibákról, amelyek sérülésekhez vagy hatékonyságcsökkenéshez vezethetnek. A projekt célja, hogy segítséget nyújtson a hibák felismerésében és kijavításában, különösen a mozgástartomány helyes kihasználásában, ami kulcsfontosságú a fejlődéshez.

Hasonló fejlesztések

- **Korábbi kutatások és alkalmazások:** Az OpenPose-t több kutatás is használta, például Nagarkoti et al. munkájában, amely a felhasználó edzését valós időben összeveti egy előre rögzített videóval. Az OpenPose kulcspontokat használ a testhelyzetek elemzésére, és az algoritmusok (pl. Dynamic Time Warping) segítségével végzik el az edzés helyes végrehajtásának értékelését.
- **Posetrainer megközelítése:** A Posetrainer rendszer az elemzett testtájak közötti szögeket számolja ki, hogy meghatározza a mozgástartomány helyes végrehajtását. Az OpenPose segítségével detektált kulcspontokat felhasználva az alkalmazás elemzi az edzésmozdulatokat, és meghatározza, hogy a felhasználó megfelelően végezte-e el az adott gyakorlatot.

Sikerek

- Kari TDK 2. helyezett
- 1 konferenciacikk

Saját módszer bemutatása

A kutatásban bemutatott rendszer célja, hogy otthoni edzéseket végző felhasználóknak segítsen az ismétlések számolásában és a mozgástartomány ellenőrzésében. A rendszer a OpenPose és Movenet nevű neurális hálókat használta a testtartás és a mozgás követésére. A módszer a következő lépésekből állt:

- **Előfeldolgozás és videó felvétel:** Az edzésvideók 55 darab, összesen 507 ismétlésből álló mintát tartalmaztak, különböző öltözetekkel és világítási körülményekkel. A cél az volt, hogy a rendszer képes legyen megfelelően detektálni az ismétléseket különböző környezetekben is.
- **CNN alkalmazás és pontosítás:** A rendszer két különböző CNN-t alkalmazott a testpontok felismerésére – OpenPose-t és Movenet-et. Az OpenPose jobb eredményeket produkált, különösen a mozgástartomány felismerésében, míg a Movenet alkalmazásakor több finomhangolásra volt szükség, ami időhiány miatt nem történt meg kellő mértékben.
- **Részletes mozgáselemzés:** A rendszer képes volt azonosítani a helyes és helytelen mozgásokat, és visszajelzést adni a felhasználóknak a mozgástartományon belüli kivitelezésről. Az algoritmusok által biztosított elemzések lehetővé tették a rendszer számára, hogy pontosan jelezze a hibákat a mozgásban, és segítsen a felhasználóknak a technikai fejlődésben.

Eredmények értékelése

A tesztelés során az OpenPose rendszer által elért 91%-os általános pontosság kiemelkedő eredménynek számít, mivel a rendszer képes volt a hibás mozgásokat jól azonosítani, és pontos visszajelzést adni a felhasználóknak a mozgásokról. A rendszer különösen jól teljesített olyan edzéseknél, ahol a mozgás teljes tartománya jól látható volt, például a hosszú ujjú és rövid ujjú felsőben végzett gyakorlatoknál, mivel a megfelelő öltözet biztosította a test részeinek láthatóságát. A bicepsz hajlítás és a tricepsz kinyújtás során a mozgástartomány teljesítése meglehetősen pontos volt, míg a vállból nyomás esetében a rendszer kisebb hibákat is érzékelt. Az eredményeket az alábbi táblázat foglalja össze.

A Movenet használatakor az eredmények nem érték el az OpenPose pontosságát, mivel a Movenet integrációja később történt, így nem volt elegendő idő a rendszer teljes finomhangolására. A Movenet alkalmazásakor a bicepsz hajlításnál és tricepsz kinyújtásnál az eredmények vegyesek voltak: a hosszú ujjú felsővel végzett gyakorlatok esetében még elfogadható pontosságot értek el, de a rövid ujjú felsőnél és a többi gyakorlatnál a rendszer pontossága jelentősen csökkent. Az edzések többsége, különösen a kitérések, nem teljesen voltak észlelhetők, ami arra utal, hogy a Movenet alkalmazásához még finomhangolás szükséges. Az eredményeket az alábbi táblázat foglalja össze.

| RESULTS WITH OPENPOSE IN PERCENTAGES | | | | | | RESULTS WITH MOVENET IN PERCENTAGE | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------------------|-------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| | Repetitions | Correctly counted repetitions | Correct/Total output (long sleeve) | Correct/Total output (short sleeve) | Total correct output | | Repetitions | Correctly counted repetitions | Correct/Total output (long sleeve) | Correct/Total output (short sleeve) | Total correct output |
| Biceps curl | 151 | 99% | 88% | 95% | 92% | Biceps curl | 151 | 91% | 33% | 77% | 62% |
| Bent over row | 90 | 100% | 100% | 98% | 99% | Bent over row | 90 | 68% | 14% | 10% | 12% |
| Lunges | 87 | 99% | 94% | 89% | 91% | Lunges | 87 | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Tricep extension | 96 | 97% | 83% | 98% | 86% | Tricep extension | 96 | 74% | 53% | 56% | 54% |
| Shoulder press | 83 | 92% | 84% | 89% | 91% | Shoulder press | 83 | 90% | 16% | 21% | 18% |
| Total | 507 | 98% | 89% | 94% | 91% | Total | 507 | 68% | 24% | 41% | 34% |

A rendszer jövőbeli fejlesztésére vonatkozó javaslatok között szerepel a Movenet továbbfejlesztése, hogy a pontosabb mozgásdetektálást és hibajavítást elérjük. Emellett a rendszer mobil eszközökre történő portolása is fontos cél, mivel az OpenPose nem alkalmazható mobil eszközökön. A jövőben érdemes lenne a rendszer további algoritmusokkal való bővítése is, hogy ne csak a mozgástartományt, hanem a gyakorlatoknál előforduló specifikus hibákat is észlelje és kijavítsa, így még hasznosabbá téve a felhasználók számára.

Az alábbi ábrák a következőket mutatják be: (1) a videóra illesztett skeleton, a rendszer ezt a modellt építi fel a videóban detektált személyről; (2) a kész rendszer felülete (Python); (3) a rendszer komponensdiagramja.

