



Developing Innovative and Attractive CVET programmes in industrial shoe production

Manual pentru Instruirea Tutorilor STEM

IO 3

Acest proiect a fost finanțat cu sprijinul Comisiei Europene.
Sprijinul acordat de Comisia Europeană pentru elaborarea acestei publicații nu
constituie o aprobare a conținutului, care reflectă doar opiniile autorilor, iar Comisia nu
poate fi trasă la răspundere pentru orice utilizare a informațiilor conținute în aceasta.

Co-finanțat de către
Programul Erasmus+
al Uniunii Europene





Această lucrare este atribuită sub Licența Internațională Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0. Pentru a vizualiza o copie a acestei licențe, vizitați <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> sau trimiteți o scrisoare către Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, SUA.

Datele proiectului:

Programul: Erasmus+

Titlul proiectului: Developing Innovative and Attractive CVET programmes in industrial shoe production

Acronim: DIA-CVET

Proiect 2020-1-DE02-KA202-007600

Durata: 01.09.2020- 31.08.2023

Website: www.dia-cvet.eu

Editori: Andreas Saniter

Authori: DE: Sabina Krebs, Tatjana Hubel (PFI Pirmasens);
Klaus Ruth, Andreas Saniter, Vivian Harberts (ITB);
PT: Rita Souto, Cristina Marques (CTCP), Fátima Martins,
Ricardo Sousa (CFPIC), Carla Matos (CARITÉ);
RO: Aura Mihai, Bogdan Sarghie, Arina Seul (TU Iasi).

Cuprins

1	Introducere.....	3
1.1	Obiectivele Proiectului DIA-CVET	3
1.2	Manuale pentru Ghidarea Tutorilor și Formatorilor	3
1.3	Raportați formarea la procesul de afaceri al producției industriale de încălțăminte	3
2	STEM în industria încălțăminteii	5
2.1	Introducere	5
3	Automatizare și roboți	5
3.1	Ce este un robot.....	5
3.2	Roboți și oameni	6
3.3	Diferite tipuri de roboți	7
3.4	Cum funcționează un robot?.....	8
3.5	Programarea unui robot	8
	Programare manuală.....	8
	Învățare în proces.....	8
	Programare suportată de CAM	9
3.6	Procese existente în industrie.....	9
4	Imprimarea 3D – Fabricare aditivă.....	10
4.1	Prezentare generală a diferitelor tehnologii	10
	Stereolitografie - Stereolithography	10
	Modelare prin Extrudare Termoplastică - Fused Deposition Moulding.....	11
	Sinterizare Laser Selectivă - Selective Laser Sintering.....	11
	Jet de polimeri - Material Jetting.....	12
	Jet de liant - Binder Jetting.....	12
4.2	Pregătirea imprimării / slicer	13
4.3	Probleme și dificultăți.....	13
4.4	Prezentare generală	14
5	Viziune artificială.....	15
5.1	Ce este viziunea artificială?.....	15
5.2	Ce este o imagine?	15
5.3	Componente cheie.....	15
	Lumina	15
	Obiectiv/lentilă.....	15
	Sensorul camerei.....	16

5.4	Procesarea imaginilor.....	17
	Detectarea codurilor de bare și a codurilor QR	17
	Controlul culorii	17
	Măsurarea suprafeței	17
	Identificarea defectelor	18
	Detectarea poziției	18
	Realitate augmentată.....	18
6	Anatomie și biomecanică	18
6.1	Sistemul locomotor.....	18
6.2	Anatomia piciorului	19
6.3	Ciclurile mersului	19
6.4	Metode de măsurare.....	19
7	Senzori	20
7.1	Ce se poate măsura?	20
7.2	Cum pot măsura senzorii?	20
	Distanța.....	20
	Viteza.....	20
	Acceleratia	20
	Rotația	21
	Temperatura	21
	Câmpurile magnetice.....	21
	Presiunea / Forța	21
7.3	Unitate de măsură inerțială (IMU)	21
7.4	Senzori locali.....	22
7.5	Senzori mobili.....	22
7.6	Utilizarea senzorilor în încălțăminte.....	22
8	Lista figurilor	23

1 Introducere

1.1 Obiectivele Proiectului DIA-CVET

Obiectivele proiectului Erasmus+ „Dezvoltarea de programe CVET inovatoare și atractive pentru producția industrială de încălțăminte” sunt

- să dezvolte, să piloteze și să implementeze cursuri cuprinzătoare pentru Sferele de Activitate (Spheres of Activity - SoA) asociate maiștrilor în producția industrială de încălțăminte la nivel european; disponibil în engleză (EN), precum și în DE, RO și PT,
- și să dezvolte un cadru sectorial de calificare de nivelurile 5 și 6 raportat la calificările naționale existente sau nou elaborate din Germania, Portugalia și România.

1.2 Manuale pentru Ghidarea Tutorilor și Formatorilor

Scopul manualelor este de a pregăti pentru rolul lor formatorii desemnați și de a oferi conținut și suport. Datorită naturii SoA ale maiștrilor, acestea nu includ forme specifice de pregătire; dar sugerăm o abordare mixtă. Programele de succes de educație și formare profesională continuă (Continuous Vocational Education and Training - CVET) combină lecțiile teoretice cu aplicarea cunoștințelor, aptitudinilor și competențelor (Knowledge, Skills and Competences - KSC) dobândite în medii de lucru reale. Sarcinile unui trainer sunt să:

- transmită KSC specifice SoA,
- demonstreze operațiunile pe care cursanții trebuie să învețe să le execute,
- prezinte cursanților fiecare sarcină nouă și să-i supravegheze în timpul primelor încercări,
- organizeze și supravegheze activități mixte (de exemplu, proiecte),
- îndrume cursanții către o îndeplinire independentă a sarcinilor SoA respective.

Manualele nu au rolul să înlocuiască sursele din domeniu. Ele au rolul să ofere sprijin formatorilor pentru a-și planifica și executa activitatea de predare. Formatorii sunt invitați să adune mai multe informații din alte surse.

1.3 Raportați formarea la procesul de afaceri al producției industriale de încălțăminte

Producția industrială este un proces complex, în care Sfera de Activitate, descrisă în acest manual, este încorporată în procesul de afaceri. Înainte de a începe instruirea pe o anumită SoA, vă rugăm să vă asigurați că cursanții sunt familiarizați cu celelalte SoA ale maiștrilor în producția industrială de încălțăminte.

De exemplu, cursanții ar trebui să fie familiarizați cu tipurile de produse pe care compania le produce și cu utilizarea lor, diferitele segmente de clienți, canalele de distribuție etc. Ei ar trebui să fie conștienți de procesele de dezvoltare și de fabricare a produselor, cum ar fi design, proiectare, achiziții, planificarea producției, departamentele de producție, depozitare și logistică.

Procesele de producție (nu fac parte din DIA-CVET, pentru informații vezi: <http://icsas-project.eu/>) sunt în centrul procesului de afaceri; SoA ale DIA-CVET joacă un rol pregător, de sprijin sau de însoțire (vezi Fig. 1).

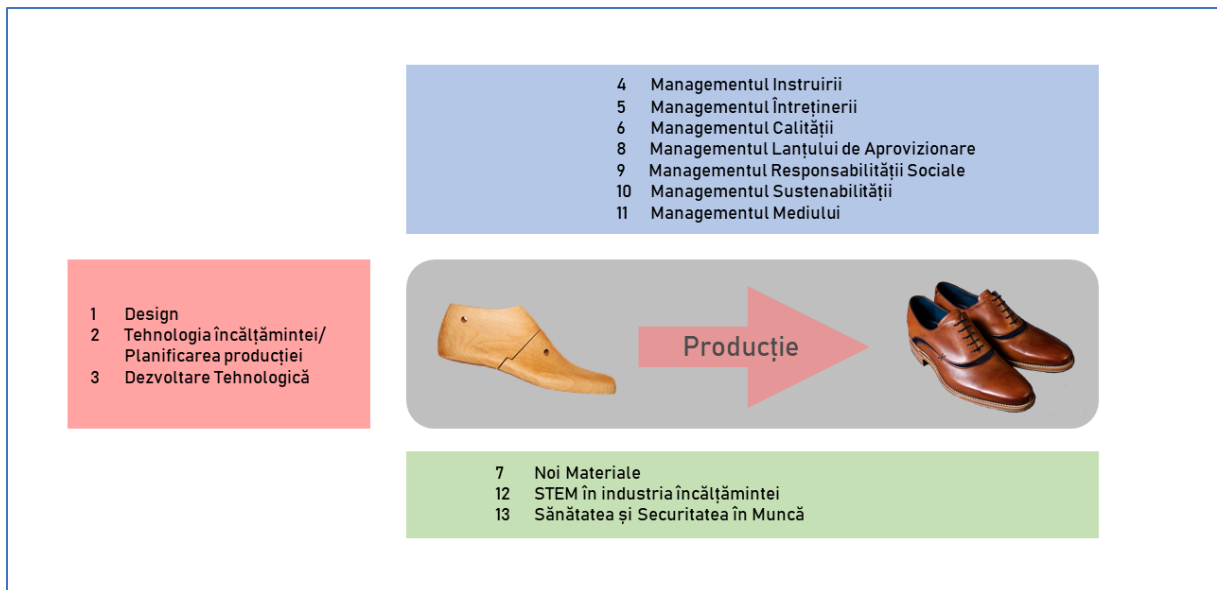


Fig. 1: Sferele de activitate ale DIA-CVET și relația lor cu procesul de producție.

2 STEM în industria încălțămintei

2.1 Introducere

Adidas Speedfactory™ este un proiect celebru al unui producător german de încălțămintei, în care utilizarea roboticii și a proceselor automate a primit o mare acoperire de presă. Pentru persoanele care nu sunt familiarizate cu industria încălțămintei, se pare că utilizarea roboților cu control numeric este ceva nou și revoluționar. Dar nu este!

În 1996, Brightwood, un producător de încălțămintei de atletism din Florida, a investit în trei roboți Staubli RX90 care funcționează în procesele de scâmpșare și cimentare. Acei roboți erau capabili să proceseze 1800 de perechi de încălțămintei în opt ore. Acesta a fost un pas necesar pentru a concura cu producția off-shore a concurenților săi, unde munca manuală face sarcini similare. Dar chiar mai devreme, în 1980, marca scandinavă de încălțămintei Eccolet SKO a colaborat cu Klockner DESMA pentru modelarea directă a tălpilor pe fețele produselor lor. În 1984 au instalat primul robot într-una dintre fabricile lor.

Deși mașinile sunt foarte eficiente în anumite sarcini și pot depăși cu ușurință capacitățile umane, alte sarcini, care sunt banale pentru o mână umană, reprezintă o provocare pentru roboții. Un exemplu perfect este înșiretarea unui încălțămintei finite.

3 Automatizare și roboți

3.1 Ce este un robot

Un robot, în special un robot industrial este un sistem programabil utilizat pentru sarcini repetitive în procesele de fabricație. Aplicațiile tipice ale roboților includ sudarea, vopsirea, asamblarea, dezasamblarea, preluarea și plasarea plăcilor de circuite imprimate, ambalarea și etichetarea, paletizarea, inspecția produselor și testarea; toate realizate cu rezistență, viteză și precizie ridicate.

În anul 2020, se estimează că 1,64 milioane de roboți industriali erau în funcțiune în întreaga lume, conform Federației Internaționale de Robotică (IFR).

Definiție de către VDI-Richtlinie 2860

[RO] „Roboții industriali sunt mașini de mișcare automată aplicabile universal, cu mai multe axe, ale căror mișcări sunt liber programabile în ceea ce privește succesiunea mișcărilor și traseele sau unghiurile (adică, fără intervenție mecanică sau umană) și, dacă este necesar, sunt controlate de senzori. Pot fi echipați cu cleme, scule sau alte mijloace de producție și pot efectua sarcini de manipulare și/sau producție.”

– VDI-Guideline 2860



Fig. 2: Robot cu 6 axe cu prindere © PFI

Definiție de către Asociația Industriilor Robotice (Robotic Industries Association)

„Un robot este un manipulator reprogramabil, multifuncțional, conceput pentru a muta materiale, piese, unelte sau dispozitive specializate prin mișcări variabile programate pentru îndeplinirea unei varietăți de sarcini”

Definiție de către JARA (Japan Robot Association)

Manipulator manual: Dispozitiv de manipulare neautomatizat, controlat direct de utilizator.

Robot cu secvență fixă: dispozitiv de manipulare cu un model de mișcare fix. Schimbarea acestui tipar este relativ laborioasă.

Robot cu secvență variabilă: Dispozitiv de manipulare, așa cum este descris anterior, dar cu opțiunea de a schimba secvența mișcărilor rapid și ușor.

Robot de redare: Secvența de mișcare este demonstrată acestui dispozitiv o dată de către operator și este salvată în memoria programului. Cu informațiile conținute în memorie, succesiunea mișcărilor poate fi repetată după cum este necesar.

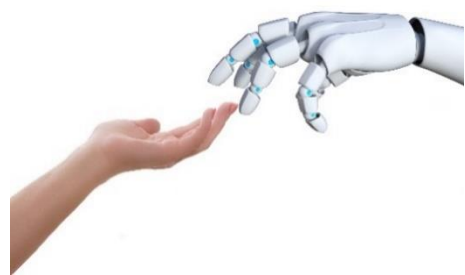
Robot cu control numeric: Acest dispozitiv de manipulare funcționează într-un mod similar cu o mașină controlată numeric. Informațiile despre secvența de mișcare sunt introduse numeric în dispozitiv prin butoane, comutatoare sau suporturi de date.

Robot inteligent: Aceasta este cea mai înaltă clasă de roboți, este destinată dispozitivelor care au diferiți senzori și, prin urmare, sunt capabili să își adapteze automat secvența programului la modificările piesei de prelucrat și ale mediului.

În ciuda diferitelor definiții, înțelegerea comună reală a unui robot este a unui dispozitiv programabil care are cel puțin trei axe mobile libere.

3.2 Roboți și oameni

În trecut, roboții și oamenii lucrau în principal separat unul de celălalt. Această separare este încă relevantă astăzi în multe domenii de producție și este clarificată de bariere complexe și măsuri de siguranță. Acestea sunt menite să împiedice o persoană să intre în zona de lucru a unui robot activ și să fie rănită sau chiar ucisă de mișcările acestuia. Diferitele opțiuni pentru securizarea zonelor de lucru ale roboților împotriva pătrunderii neautorizate includ, de exemplu, cuști cu uși de securitate monitorizate, bariere luminoase sau chiar restricții de acces pentru încăperi sau holuri întregi. Declanșarea acestor măsuri de protecție înseamnă, în general, oprirea imediată a mașinilor afectate în combinație cu o alarmă optică și/sau acustică.



În ciuda pericolului pe care roboții îl prezintă pentru oameni, există diverse soluții pentru a permite oamenilor și mașinilor să lucreze în colaborare. În acest caz, trebuie să se asigure că robotul fie este incapabil fizic să rănească omul, fie că există mai multe măsuri inteligente de siguranță care asigură că robotul nu efectuează nicio mișcare care ar putea duce la o coliziune dăunătoare cu lucrătorul.

Aceste măsuri de siguranță pot fi:

- Senzori de proximitate
- Senzori de atingere
- Senzori de distanță cu laser
- Scanere 3D
- Sisteme video asociate cu viziune artificială

În plus, robotul poate fi echipat cu unități de detectare a forței sau a cuplului, care furnizează feedback de forță către unitatea sa de control. În acest fel, poate detecta dacă utilizatorul interacționează cu acesta și poate răspunde în consecință partenerului său.

Dar: astfel de sisteme sunt extrem de complexe și chiar și erorile mici pot cauza oprirea completă a mașinii, deoarece siguranța umană este întotdeauna pe primul loc. Această complexitate se reflectă și în preț, atât în ceea ce privește achiziția, cât și întreținerea. În ceea ce privește definiția de la JARA, acesta ar fi numit un robot *inteligent*.

3.3 Diferite tipuri de roboți

Dacă te gândești la roboți industriali, cel mai comun model pe care ți-l poți imagina va fi similar cu cel prezentat în capitolul „Ce este un robot”. Este o structură asemănătoare unui braț cu cinci până la șase axe, cu un instrument la vârf. Acest tip este cea mai versatilă construcție și poate face față diferitelor sarcini precum manipularea pieselor, alimentarea altor mașini, asamblarea produselor, frezare, sudare sau imprimare (3D). Un robot cu șase axe poate ajunge în orice punct din spațiul său cu unealta orientată în orice direcție necesară. Cu cinci axe, orientarea sculei este parțial limitată și depinde de poziția pe care o atinge robotul.



Fig. 3: Robot Scara © PFI

Un alt model comun este așa-numitul robot Scara. Este folosit mai ales pentru sarcini de ridicare și plasare, unde viteza și precizia trebuie atinse la costuri moderate. Cinematica unui robot Scara este limitată la un plan, cu un manipulator reglabil pe înălțime. Cu această limitare, este mai ușor să atingeți un grad ridicat de rigiditate și precizie, menținând în același timp viteza și costuri moderate.



Fig. 4: Robot Delta © PFI

Ultima variantă tipică în domeniu este robotul Delta. La fel ca robotul Scara, acesta este utilizat în principal pentru activități de ridicare și plasare unde viteza și eficiența costurilor sunt mai importante decât precizia și versatilitatea. La fel ca tipul Scara, axa sculei este fixă și rămâne perpendiculară pe planul de lucru.

3.4 Cum funcționează un robot?

Sarcina a aproape oricărui robot se rezumă la poziționarea unei scule sau a unei piese de prelucrat în spațiul 3D. Pentru a face acest lucru, robotul are mai multe brațe conectate cu articulații într-un mod definit. Acest lanț este cunoscut sub numele de cinematic și este reprezentat matematic în software-ul de control al mașinii.

Toate transformările și rotațiile articulațiilor pot fi exprimate în Matrice, ceea ce face ușor de calculat mișcările exacte ale tuturor axelor din lanț. Multe dintre aceste calcule sunt necesare la fiecare pas de mișcare a robotului. Deși majoritatea axelor robotului sunt de rotație, o rotație într-o axă are ca rezultat o rotație și, de cele mai multe ori, o translație a tuturor celorlalte articulații. Din fericire, computerele moderne au o putere de procesare mai mult decât suficientă, iar toată matematica complexă se ascunde sub o interfață de utilizator drăguță și intuitivă, care facilitează controlul și programarea robotului pentru diverse sarcini.

Dar toată matematica și software-ul nu ar fi de folos, dacă nu ar exista o rețea electrică și electronică de senzori și actuatori (motoare), care traduc toți biții și octeții în acțiuni din lumea reală. Deci, există senzori care spun controlerului unde se află de fapt robotul. Controlerul compară aceste valori reale cu valorile de referință specificate în programul de rulare și reglează în consecință motor. Această buclă de control rulează tot timpul când robotul este activ, fie în cazul unei mișcări complexe, fie doar în timpul menținerii unei poziții.

Și nu în ultimul rând este partea mecanică a robotului. Asta vedem noi. De obicei, un ansamblu foarte rigid și stabil din oțel și plastic, înfășurat cu numeroase cabluri și linii de aer comprimat. Această construcție preia sarcinile, forțele și cuplurile diferitelor acțiuni. Efortul în această disciplină este de a crea o construcție suficient de rigidă pentru a face față sarcinilor, dar nu prea grea, astfel încât să încetinească prea mult mașina. Acest aspect mecanic definește și zona posibilă de manipulare și spațiul necesar pentru instalare.

3.5 Programarea unui robot

Există diferite metode de a spune unui robot ce trebuie să facă.

Programare manuală

Un programator specializat codifică manual toate acțiunile robotului. Acest lucru este adesea realizat într-un limbaj de programare special numit G-Code. G-Code este un limbaj universal pentru mașinile CNC și constă dintr-o listă lungă de comenzi care spun mașinii ce trebuie să facă în continuare. Deși există câteva comenzi rapide și ajutoare pentru unele acțiuni tipice, aceasta este o sarcină foarte plictisitoare și o greșeală simplă de tipar poate provoca orice, de la o ușoară nealiniere până la un dezastru total.

Învățare în proces

Învățarea în proces este o metodă intuitivă de programare a unui robot industrial. Un utilizator controlează robotul direct și înregistrează manual pozițiile și activitățile, astfel încât robotul să poată repeta acele acțiuni. În mod normal, acest proces nu necesită un nivel ridicat de pregătire și poate fi realizat fără cunoștințe de programare.

Programare suportată de CAM

Un software sprijină utilizatorul în timp ce definește acțiunile robotului. Acesta poate fi un instrument simplu care simulează robotul, iar utilizatorul poate combina tehnicile de predare și de programare manuală pentru a crea o acțiune. Dar există și situații mult mai complexe în care o întreagă linie de producție este simulată în software, iar utilizatorii pot programa și simula acțiunile combinate ale tuturor tipurilor de mașini. Acesta este cel mai sofisticat tip de programare și calea de urmat într-un mediu de construcție complex. Roboții pot fi programați în timp ce încă lucrează.



Fig. 5: Sistem CAM DEScom de la DESMA; Programarea unui ciclu de scămoșare pe baza datelor 3D-CAD; vizualizarea traseului și orientării sculei.

Sursa: DESMA

3.6 Procese existente în industrie

Unul dintre primii participanți în domeniul automatizării și roboților în industria încălțămintei a fost compania DESMA. După cum sa menționat în introducere, în 1980 a instalat prima mașină pentru turnarea tălpilor direct pe fețe. Între timp, oferă soluții complete de automatizare pentru industria încălțămintei, așa cum se vede în imaginea de mai jos. Un carusel cu mai multe stații de formare prin injecție este alimentat de roboți, iar produsul finit este, de asemenea, îndepărtat automat și plasat pe o bandă transportoare pentru prelucrare ulterioară.

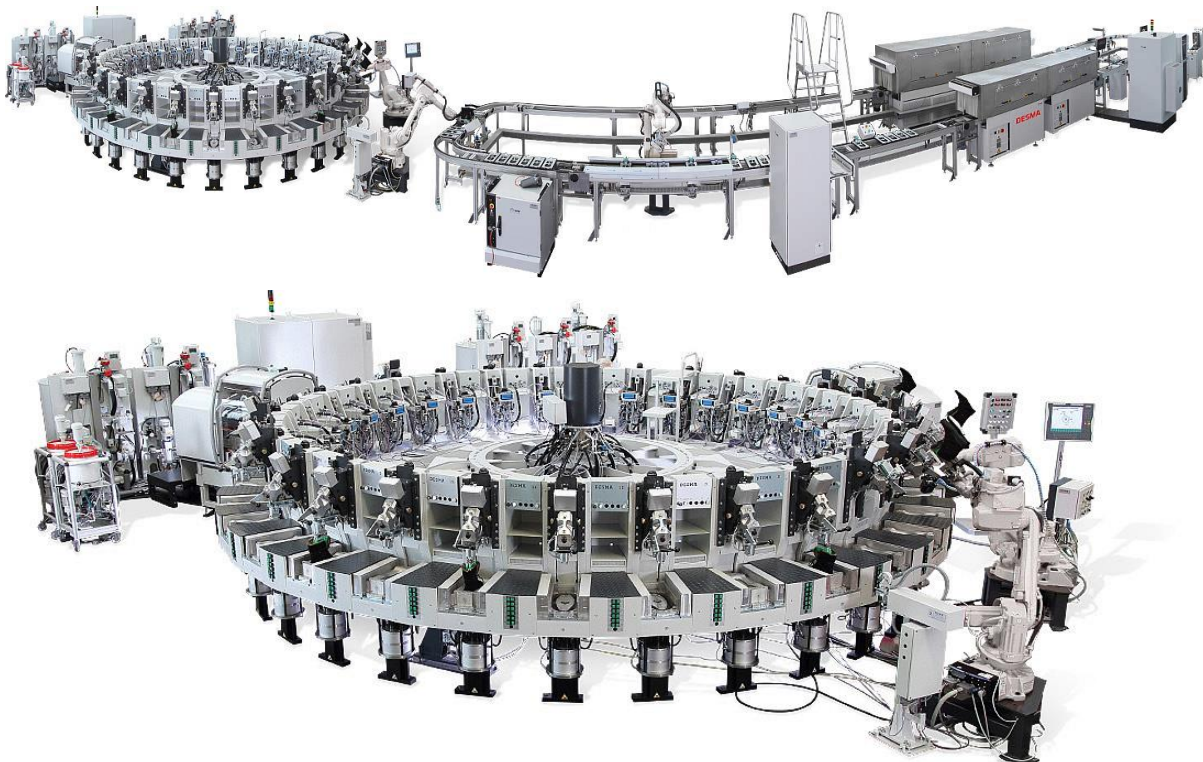


Fig. 6: Sistem de formare prin injecție foarte automatizat de la DESMA
Sursa: DESMA

4 Imprimarea 3D – Fabricare aditivă

Cu doar ceva timp în urmă, procesele de fabricație din industrie erau în principal procese subtractive în care geometria dorită este extrasă dintr-un bloc brut existent prin îndepărtarea materialului. Probabil că cele mai cunoscute procese sunt strunjirea, frezarea și tăierea. Dar, în ultimii ani, procesele aditive au ieșit din ce în ce mai mult în prim-plan, atât în sectorul industrial, cât și în cel privat. Costurile în scădere pentru imprimantele 3D și materialele îmbunătățite fac procesele aditive din ce în ce mai atractive pentru o gamă largă de aplicații. Imprimarea 3D este un proces aditiv în care materialul este aplicat strat cu strat pentru a crea geometria dorită. Materia primă poate fi sub diferite forme, cum ar fi sârmă, pulbere sau lichid. Solidificarea materialului în pozițiile dorite are loc fie termic, fie chimic. Avantajul major al imprimării 3D este timpul scurt necesar de la modelul CAD până la piesa finită, în special pentru geometriile complexe. Oferă, de asemenea, un nou grad de libertate pentru proiectanți, deoarece complexitatea piesei este aproape irelevantă pentru procesul de fabricație, chiar și piese interconectate sau structuri interioare complexe sunt posibile.



Fig. 7: Stânga: proces substractiv (albastru închis: Partea dorită, albastru deschis: material îndepărtat) | Dreapta: proces aditiv (albastru închis: strat de bază, verde: straturi adăugate) © PFI

4.1 Prezentare generală a diferitelor tehnologii

În domeniul imprimării 3D, există diferite abordări care vizează aplicarea materialului.

Stereolitografie - Stereolithography

Probabil cea mai veche metodă este așa-numita stereolitografie, care a fost brevetată în 1984. În acest proces, un mediu fotosensibil străbătut de un fascicul laser pentru a crea structura dorită strat cu strat. Această metodă a fost adesea folosită pentru a crea modele fizice din CT-Data în sectorul medical. În zilele noastre, laserul este înlocuit parțial de un ecran LCD care blochează selectiv o sursă de lumină UV sau un proiector UV pentru a întări materialul. După imprimare, piesele trebuie spălate și post-întărite cu lumină UV.

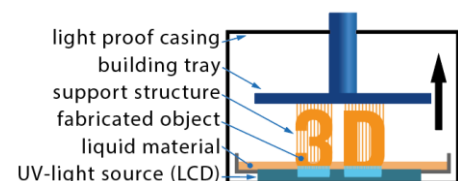


Fig. 8: Schema unei imprimante SLA cu sursă de lumină LCD © PFI

Această metodă poate produce piese foarte detaliate, cu un finisaj frumos al suprafeței, dar fotopolimerii utilizați sunt toxici și dăunători pentru mediu. Stabilitatea fizică depinde în mare măsură de substanțele chimice utilizate, dar poate fi destul de bună. De asemenea, sunt posibile materiale flexibile. Diverse companii din industria încălțăminte experimentează această metodă pentru a imprima tălpi cu structuri specializate dedicate proprietăților variabile de amortizare.

CEA MAI BUNĂ PENTRU: Prototipuri funcționale, modele, matrițe și scule

Modelare prin Extrudare Termoplastică - Fused Deposition Moulding

Este poate că cea mai comună metodă de imprimare 3D și utilizează materiale plastice topite pentru a crea piese. Materia primă este introdusă într-un extruder încălzit, unde se topește și apoi poate fi depusă printr-o duză în poziția dorită. Extruderul și duza sunt ghidate de o mașină asemănătoare cnc, care ar putea fi și un robot. O placă de bază încălzită servește drept suprafață de imprimare pentru primul strat. Toate celelalte straturi sunt aplicate unul peste altul. Deci, imprimanta are nevoie de ceva pe care să imprime și, în cazul în care o piesă are proeminențe, imprimanta are nevoie de structuri de susținere. Aceste structuri sunt calculate automat în software-ul imprimantei, dar pot fi modificate de un utilizator experimentat pentru a accelera procesul. Îndepărtarea acestor structuri după terminarea imprimării face parte din post-procesarea manuală și poate fi o sarcină oboșitoare, dar necesară pentru produsul final.

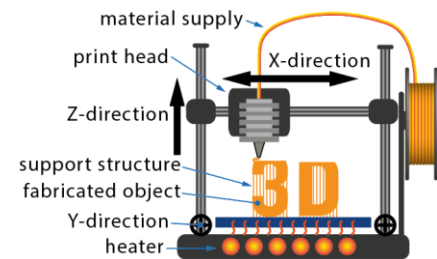


Fig. 9: Schema unei imprimante FDM
© PFI

Calitatea pieselor depinde în mare măsură de setările utilizate pentru imprimare. Pentru setări optime, utilizatorul are nevoie de ceva experiență, mai ales dacă sunt folosite multe materiale diferite. Câteva grade Celsius mai mult sau mai puțin la extruder pot însemna diferența dintre piesele bune și o imprimare eșuată. Aceasta este cea mai ieftină variantă din lumea imprimării 3D, cu imprimante entry level într-un interval de preț între 200 USD și 500 USD.

CEA MAI BUNĂ PENTRU: modele demonstrative și prototipare simplă.

Sinterizare Laser Selectivă - Selective Laser Sintering

Această metodă reprezintă un proces de fabricație aditivă în care zone selective ale unui pat de pulbere sunt topite împreună folosind energie termică. După ce zonele dorite sunt topite, patul este coborât și se aplică un nou strat de pulbere. Energia necesară este introdusă în materialul pulbere preîncălzit cu ajutorul unui laser, care scanează secțiunea transversală curentă a componentei. Un mare avantaj al acestui procedeu este că pulberea netopită servește ca structură de sprijin pentru straturile superioare și poate fi îndepărtată cu ușurință după imprimare. Prin urmare, nu trebuie tipărite structuri speciale de susținere și nu este necesară îndepărtarea laborioasă a acestor elemente. De asemenea, metalele sunt procesabile, dar este necesară o procedură adecvată de postsinterizare pentru a obține proprietăți reale asemănătoare metalului.

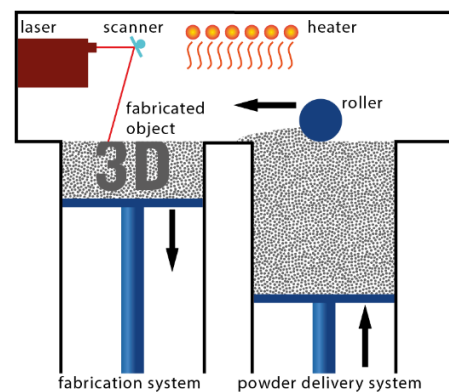


Fig. 10: Schema sistemului SLS/SLM © PFI

Suprafața structurilor imprimate SLA / SLM este granulată, dar poate fi șlefuită în post-procesare pentru o suprafață netedă. Stabilitatea generală a pieselor este una dintre cele mai bune posibile, iar straturile sunt aproape invizibile. În funcție de materialul de pulbere utilizat, sunt posibile proprietăți de la flexibil la rigid. Datorită toleranțelor mici și stabilității procesului, aceste piese pot fi utilizate ca elemente funcționale în diferite tipuri de produse. Dar toate aceste avantaje au un preț și acesta este costul mașinilor și al infrastructurii din jur. O singură mașină începe de la aproximativ 100.000 USD și are nevoie de 10 sau mai mulți metri pătrați cu o conexiune de energie electrică mare. Echipamentul suplimentar pentru reciclarea pulberii și postprocesarea pieselor nu este inclus.

CEA MAI BUNĂ PENTRU: prototipare funcțională și producție finală.

Jet de polimeri - Material Jetting

Această metodă de imprimare este similară cu o imprimantă cu jet de cerneală obișnuită, dar în loc de cerneală este imprimat un polimer fotosensibil, care se întărește prin lumină UV. La fel ca o imprimantă desktop tipică, care de obicei imprimă în patru culori (cian, magenta, galben și negru), o imprimantă cu jet de material are și capete de imprimare separate care pot fi utilizate în moduri diferite. Imprimanta poate utiliza același material în culori diferite, dar și materiale cu proprietăți diferite. De exemplu, se poate folosi un material dur și unul moale și chiar se pot amesteca împreună pentru a crea o flexibilitate variată în piesă. Un alt avantaj este utilizarea unui material suport special, care este de obicei ușor de îndepărtat după ce imprimarea s-a terminat. Prin urmare, nu sunt necesare structuri de susținere explicite, ceea ce face mult mai ușoară postprocesarea pieselor.

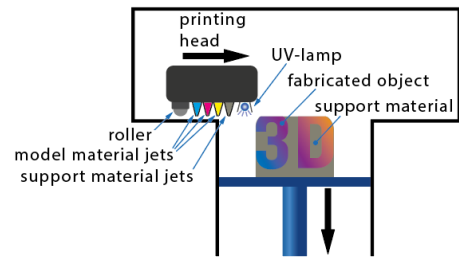


Fig. 11: Schema imprimantei cu jet © PFI

Deși aceasta este o procedură costisitoare, posibilitatea amestecării digitale a materialelor sau chiar a culorilor fotorealiste este o proprietate pe care majoritatea altor proceduri de imprimare nu o pot oferi. Prin urmare, această tehnică este utilizată în cea mai mare parte pentru prototipurile produselor de larg consum.

CEA MAI BUNĂ PENTRU: prototipare funcțională cu accent pe haptic și design.

Jet de liant - Binder Jetting

Tehnica cu jet de liant este similară cu o combinație de sinterizare selectivă cu laser și jet de material. În acest caz, un cap de imprimare injectează un agent de legare strat cu strat într-un pat de pulbere pentru a forma partea finală. Ca și alte proceduri cu pat de pulbere, nu sunt necesare structuri de susținere. Această procedură este mai rapidă decât SLS, deși este capabilă de colorare fotorealistică, dar piesele sunt fragile fără o postprocesare specială. De asemenea, metalele sunt procesabile, dar este necesară o procedură adecvată de postsinterizare pentru a obține proprietăți reale asemănătoare metalului.

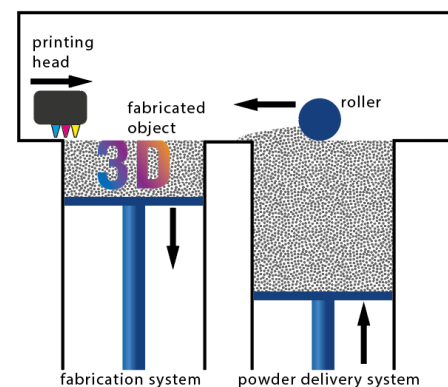


Fig. 12: Schema imprimantei cu jet de liant © PFI

CEA MAI BUNĂ PENTRU: prototipare funcțională cu accent pe proiectare și producție finală

4.2 Pregătirea imprimării / slicer

Pregătirea unei piese 3D pentru imprimare este relativ simplă, dar poate avea un impact mare asupra timpului necesar de imprimare și a calității piesei.

Primul pas este să importați piesa dorită și să o plasați în interiorul volumului de imprimare. Software-ul de imprimare (slicer-ul) alege în mod normal o orientare bună pentru piesa în sine. *În scopuri demonstrative, structura de tip T este adusă în mod deliberat într-o orientare în care sunt necesare structuri de susținere (albastru). Dar, după cum puteți vedea, este posibilă o cantitate mică de consolă fără a fi nevoie de un suport.*

Apoi ajustați setările de imprimare după cum este necesar. Cele mai importante setări în ceea ce privește calitatea și timpul de imprimare este grosimea straturilor.

Straturi subțiri → detalii fine dar durată mai mare

Straturi groase → structuri rapide, dar mai grosiere

În funcție de tehnica de imprimare utilizată, există multe alte setări de reglat și de ajustat. În special, procedura FDM are mulți parametri cum ar fi temperatura, ventilatoarele de răcire, cantitatea de umplere (material din interiorul piesei), viteza de alimentare a materialului, viteza capului de imprimare etc. Un software bun vă va oferi o serie de setări prestabilite dedicate imprimantei dvs., cum ar fi „Draft”, „Normal” și „Înaltă calitate”

După pregătirea tuturor setărilor, programul calculează secțiunile transversale ale fiecărui strat și, în funcție de imprimanta utilizată, instrucțiunile pentru aceasta. Într-un 3D-Viewport puteți previzualiza procesul de imprimare și puteți estima dacă procedura va fi eficientă, iar rezultatul se potrivește scopurilor dvs.

4.3 Probleme și dificultăți

Deși imprimarea 3D deschide o mulțime de posibilități noi și oferă designerilor multă libertate, este totuși o tehnologie foarte nouă. Acest lucru este evident în special în dezvoltarea materialelor, unde există pe piață îmbunătățiri constante și noi dezvoltări. Aceste evoluții sunt, de asemenea, necesare, deoarece proprietățile fizice ale pieselor imprimate sunt decisive în ceea ce privește dacă și cum pot fi utilizate în produsele utilizatorului final.

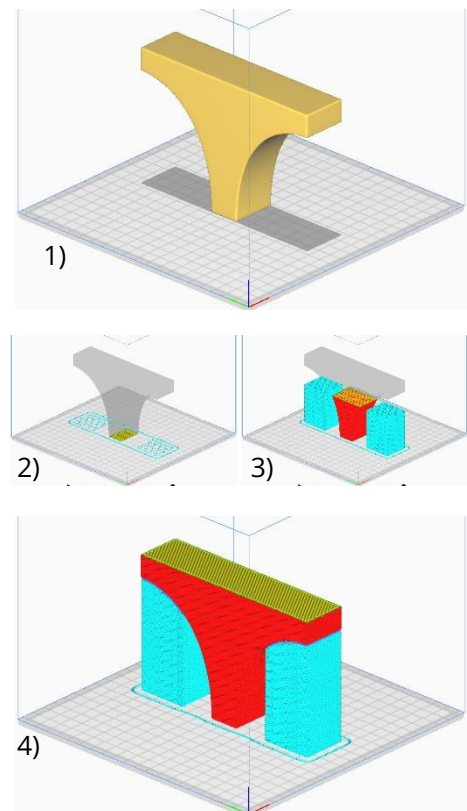


Fig. 13: Slicer pentru o imprimare bazată pe FDM © PFI.

1) piesă plasată; 2) previzualizare a primului strat; 3) imprimare intermediară cu umplutură vizibilă (portocaliu); 4) piesa finită

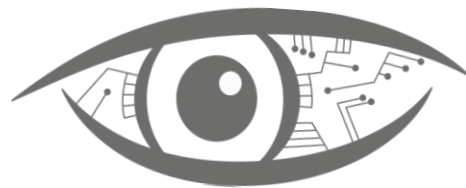
4.4 Prezentare generală

	SLA/DLP	FDM	SLS/SLM	MJT	BJT
Calitatea suprafeței	ridicată	scăzută spre mediu	nisipos	ridicată	medie
Toleranță	medie	scăzută	bună	bună	medie
Durabilitate	medie spre mare	medie	înalt	scăzută	scăzută spre medie
Culori posibile	o singură culoare	1 până la 4 culori	o singură culoare	multicolor	multicolor
Structuri de sprijin	da	da	nu	nu	nu
Cost hardware	scăzut	scăzut	ridicat	ridicat	mediu
Cost materiale	mediu	scăzut	mediu	ridicat	mediu
Experiența utilizatorului	instrucțiuni de siguranță	experiență necesară	instrucțiuni de siguranță	doar întreținere	doar întreținere

5 Viziune artificială

5.1 Ce este viziunea artificială?

Viziunea artificială descrie procesul de captare și procesare a datelor de imagine, pentru a aduna diverse tipuri de informații, care pot fi utilizate pentru controlul și/sau validarea procesului.



5.2 Ce este o imagine?

Din punctul de vedere al computerelor, o imagine este doar o matrice de valori arbitrare care exprimă intensitățile de culoare pentru roșu, verde și albastru. Aceste trei culori sunt baza de la care sunt amestecate toate culorile vizibile. Acest lucru este similar cu modul în care funcționează ochii noștri. De asemenea, au trei celule receptori diferite care sunt sensibile fie la spectrul roșu, verde sau albastru al luminii. Dacă, de exemplu, vezi lumină galbenă, înseamnă că receptorii tăi roșii și verzi sunt declanșați în mod egal, iar creierul tău interpretează acest lucru ca fiind galben.

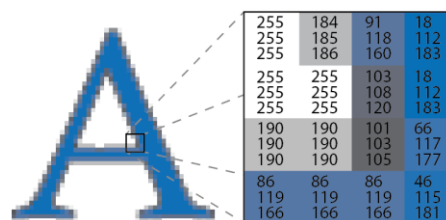


Fig. 14: Valorile de culoare RGB ale diferiților pixeli © PFI

Pentru imaginile tipice, fiecare valoare pentru fiecare canal are un interval cuprins între 0 și 255 (8 biți). 0 înseamnă nu și 255 înseamnă intensitate maximă în acest canal. Figura 15 din dreapta arată amestecarea aditivă a acestor valori (culori).

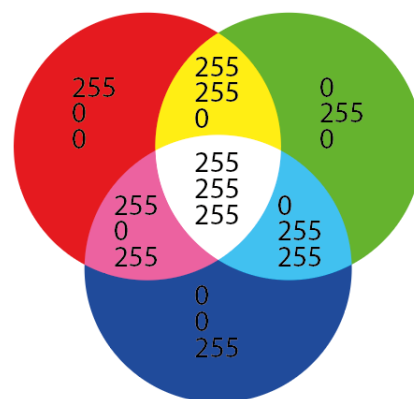


Fig. 15: Amestecare aditivă a culorilor © PFI

5.3 Componente cheie

Următoarele componente sunt necesare pentru procesarea imaginii:

Lumina

Lumina artificială este utilizată în general pentru prelucrarea industrială a imaginilor. Deși este posibil să lucrezi și cu lumină naturală, condițiile de iluminare fluctuante pot interfera semnificativ cu procesarea ulterioară a datelor de imagine. Prin urmare, sursele de lumină special adaptate sarcinii sunt de obicei folosite pentru a crea o situație de iluminare fără umbre și consistentă.

Obiectiv/lentilă

Înainte ca lumina reflectată de obiect să ajungă la senzorul camerei, aceasta este grupată și focalizată de o lentilă pentru a obține o imagine clară. O lentilă constă de obicei dintr-un aranjament de lentile diferite pentru a minimiza aberațiile și distorsiunile. O aberație tipică este, de exemplu, așa-numita aberație cromatică în care diferitele culori sunt refractate în grade diferite atunci când trec prin lentilă. Acest lucru are ca rezultat margini neclare și franjuri de culoare, care fac procesarea imaginii mult mai dificilă. Deși unele erori pot fi compensate și prin algoritmi adecvați, este întotdeauna avantajos să folosești obiective de înaltă calitate. Cu toate acestea, deoarece costurile unor astfel de obiective nu sunt ne semnificative, ar trebui să se cântărească întotdeauna ce calitate este cu adevărat necesară.

Senzorul camerei

Este necesar un senzor adecvat pentru a converti lumina în date digitale. În funcție de sarcină, aici se poate decide deja dacă se folosește un senzor color sau alb-negru. Un senzor alb-negru nu este neapărat mai ieftin decât un senzor de culoare, dar un senzor de culoare nu trebuie utilizat întotdeauna din acest motiv. Cu aceeași rezoluție, un senzor alb-negru are o precizie mai bună a marginilor decât un senzor de culoare, mai ales când vine vorba de margini colorate. Pentru a înțelege acest lucru, aici este explicat pe scurt cum funcționează un senzor de cameră.

Un senzor de cameră este format dintr-o matrice de elemente semiconductoare sensibile la lumină (pixeli). Acestea sunt încărcate în timpul unui proces de expunere și, la citire, se măsoară cantitatea de încărcare pe care a absorbit-o fiecare pixel individual. O încărcare mare înseamnă o intensitate mare a luminii și, prin urmare, un pixel luminos în imaginea ulterioară. Cu senzorii alb-negru, măsurătorile se fac indiferent de culoarea luminii incidente. În cazul senzorilor de culoare, în fața câmpurilor sensorului se adaugă un filtru de culoare, ceea ce limitează domeniul spectral al luminii incidente. Deoarece în imaginea ulterioară componentele de culoare sunt împărțite în roșu, verde și albastru, tocmai aceste componente de culoare sunt distribuite și pixelilor. Figura alăturată arată câmpuri senzoriale de 8x8 dintre care 50% sunt sensibile doar la verde, 25% doar la roșu și 25% doar la lumina albastră.

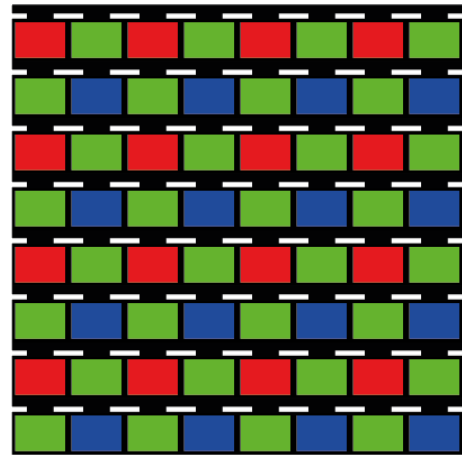


Fig. 16: Schema unui senzor de culoare cu un filtru Bayer; părțile negre simbolizează zonele non-sensibile ale cipurilor necesare pentru electronica de citire. © PFI

Proporția mai mare de senzori de lumină verde dă dreptate faptului că ochii noștri au și cea mai mare sensibilitate în intervalul spectral verde. Această structură de filtru se numește filtru Bayer. Cu toate acestea, pentru a obține o imagine plină de culoare, componentele de culoare rămase respective ale fiecărui pixel trebuie acum să fie interpolate ulterior.

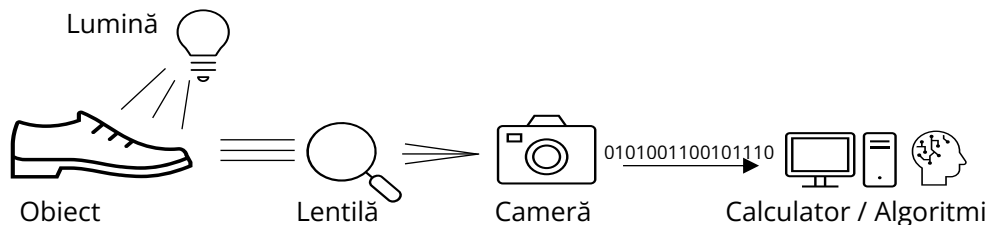
Există mulți algoritmi diferiți care pot fi utilizați în acest scop, dar aceștia nu vor fi discutați în detaliu în acest document. Cuvântul cheie pentru a găsi mai multe informații despre acest lucru este „Demosaicing”.

Dar cu aceste cunoștințe se înțelege ce avantaje are un senzor alb-negru față de un senzor de culoare. Sensibilitatea la lumină este mai mare deoarece nu se pierde lumină din cauza filtrelor de culoare, iar procesul de interpolare ulterior este, de asemenea, eliminat. Prin urmare, acești senzori pot rezolva contrastele puternice de culoare mai precis chiar și în condiții de lumină mai slabă.

O altă proprietate importantă a senzorilor de imagine este rezoluția disponibilă și, din nou, mai mult nu este întotdeauna mai bun. Cu cât sunt mai mulți pixeli pe aceeași zonă, cu atât senzorul individual devine mai mic și cu atât poate absorbi mai puțină lumină. Circuitul electronic necesar, pe lângă zonele sensibile la lumină, care sunt folosite pentru citirea pixelilor, reduce și suprafața efectivă utilizabilă și, prin urmare, sensibilitatea întregului senzor. Și nu în ultimul rând, cu cât rezoluția este mai mare, cu atât este mai mare volumul de date și astfel crește puterea de calcul necesară procesării acestora. Când selectați rezoluția, ar trebui să procedați întotdeauna conform principiului: „Cât mai mult necesar, cât mai puțin posibil”.

Dimensiunea reală a senzorului are un impact major asupra cantității de lumină pe care o poate absorbi și, prin urmare, asupra sensibilității generale. Senzorii mai mari oferă imagini fără zgomot

cu o gamă dinamică ridicată. Cu toate acestea, acestea sunt mai scumpe în sine și necesită, de asemenea, obiective mai scumpe, care se potrivesc cu suprafața mare a senzorului. O sensibilitate mai mare înseamnă timpi de expunere mai scurți cu mai puțină lumină, ceea ce este de obicei mai important pentru fotografi. În mediile industriale, însă, este de obicei mai ușor și mai ieftin să crești iluminarea pentru a ușura munca senzorilor. În anumite cazuri, cum ar fi testele de coliziune a vehiculelor, acest lucru poate însemna că sunt utilizate niveluri extreme de iluminare pentru a asigura o imagine curată.



5.4 Procesarea imaginilor

După ce imaginile sunt capturate și convertite în date digitale, computerul trebuie să înțeleagă ce vede. În acest scop, au fost inventați mulți algoritmi diferiți care îndeplinesc sarcini de la simpla recunoaștere a culorilor, calcularea suprafeței pieilor, până la aplicații complexe de realitate augmentată. Nu este posibilă abordarea tuturor opțiunilor în acest document, așa că vor fi afișate mai jos doar câteva exemple.

Detectarea codurilor de bare și a codurilor QR

O aplicație a recunoașterii imaginilor care a fost folosită de mult timp este legată de codurile de bare sau codurile QR. Modele speciale sunt recunoscute de un software și informațiile conținute în acestea sunt puse la dispoziția utilizatorului. În funcție de domeniul de aplicare al codului, acestea pot fi simple numere de serie, dar și seturi complexe de date, cum ar fi cărți de vizită sau un certificat de vaccinare. Formatarea codurilor individuale poate fi diferită, dar telefoanele mobile actuale cu aplicația corespunzătoare le recunosc foarte fiabil. În sectorul industrial, scannere special concepute pentru această sarcină se întâlnesc frecvent, fie că este vorba de supermarketuri, aeroporturi sau sisteme de depozitare.

Controlul culorii

Aceasta este una dintre sarcinile simple de care este capabil un algoritm digital. Culoarea unei probe este comparată cu o valoare de referință dintr-o bază de date. În mod normal, aceasta înseamnă doar o mediere a imaginii într-o zonă a eșantionului pentru a obține o valoare reprezentativă a culorii. Dacă această valoare se află în limitele de toleranță specificate, obiectul trece testul. Deși acest lucru este simplu din punct de vedere digital, o bună situație controlabilă este cheia pentru a obține rezultate fiabile.

Măsurarea suprafeței

Pentru măsurarea suprafeței unui material, este important să obțineți un contrast bun între obiect și fundal. În plus, este important să includeți corect situația geometrică a camerei și zona de măsurare în software, astfel încât să nu existe măsurători incorecte din cauza distorsiunilor de perspectivă. Un algoritm recunoaște acum aria eșantionului în pixeli și calculează în consecință aria în unitățile dorite.

Identificarea defectelor

Această sarcină este puțin mai solicitantă pentru recunoașterea imaginii și este adesea utilă dacă se fac mai multe măsurători (imagini) în diferite situații de iluminare. Sub lumina potrivită, chiar și micile lovituri și cicatrici din material pot arunca umbre, care fac ca defectul respectiv să iasă mult mai clar. Software-ul poate examina acum datele imaginii pentru nereguli și poate compara eventualele defecte cu mostre dintr-o bază de date. În acest fel, materia primă primită poate fi verificată automat și clasificată în diferite clase de calitate.

Detectarea poziției

Recunoașterea orientării și poziției unei piese este o sarcină comună a recunoașterii imaginilor, în special în legătură cu roboții. Dacă poziția unei componente este identificată corect, un robot programat corespunzător o poate prinde în mod fiabil și apoi, la rândul său, o poate alimenta către o mașină într-o poziție definită. Acest lucru este în prezent foarte comun pentru componentele rigide, dar prinderea pieselor flexibile este încă o sarcină dificilă pentru roboți.

Realitate augmentată

Scopul aplicațiilor de realitate augmentată din industrie este de a sprijini lucrătorul cu informații importante direct în viziunea lui. De exemplu, numărul pieselor și instrucțiunile de procesare ar putea fi afișate în funcție de piesa care este ținută în mână, facilitând astfel munca lucrătorului și reducând sursele de eroare. În combinație cu alte legături inteligente, de exemplu, programele adecvate ar putea fi setate automat pe mașinile utilizate la ridicarea unei piese.

6 Anatomie și biomecanică

6.1 Sistemul locomotor

Aparatul locomotor se mai numește și sistem musculo-scheletic. Se compune din:

- oase,
- mușchi,
- tendoane,
- ligamente,
- articulații,
- cartilaje
- țesuturi conjunctive.

Sistemul nervos (creierul și nervii) trimite semnale pentru a activa mușchii și permite mișcări voluntare.

Studiul structurii, funcției și mișcării aspectelor mecanice ale organismelor se numește biomecanică. Studiile biomecanice sunt folosite pentru a obține o înțelegere cuprinzătoare a mișcărilor și a forțelor generate de și care acționează asupra corpului. Domeniile cheie ale biomecanicii sunt: dinamica, cinematica, cinetica și statica.

6.2 Anatomia piciorului

Piciorul face parte din sistemul locomotor și suportă sarcinile atunci când stați în picioare sau sunteți în mișcare. Este o structură complexă cu 28 de oase, 33 de articulații și mulți mușchi, tendoane și ligamente, care este capabilă să se adapteze la denivelări și, în același timp, are suficientă rigiditate pentru a propulsa corpul înainte. Antropometria piciorului este influențată de mulți factori precum vârsta, sexul, regiunea, mobilitatea și sănătatea. Încălțăminte trebuie proiectată astfel încât să susțină mișcarea naturală a piciorului și să nu restrângă și să limiteze piciorul în mod semnificativ. Deformările piciorului sunt cauzate adesea de încălțăminte nepotrivită utilizată în primele etape de dezvoltare. Probleme precum picioarele plate și înclinate se manifestă adesea la adulți din cauza încălțăminte greșite, a exercițiilor fizice insuficiente și a stilului de viață nesănătos.

6.3 Ciclurile mersului

Mersul și alergarea sunt mișcări dinamice, periodice, în timpul cărora sunt generate forțe care trebuie susținute de sistemul musculo-scheletic. În timpul diferitelor faze ale ciclului mersului, sarcina și funcțiile piciorului variază. În timpul contactului inițial, impactul trebuie amortizat, sarcina trebuie susținută în timpul reazemului și propulsie corpul trebuie împins înainte. Sarcina depășește greutatea corporală și poate atinge în timpul alergării până la 2,8 ori greutatea corporală.

6.4 Metode de măsurare

Există o serie de metode de măsurare statice și dinamice pentru a investiga mișcarea, distribuția presiunii și forțele generate de-a lungul ciclului de mers. Variabilele care sunt măsurate pot fi temporale, cinematice (poziție, deplasare, viteză, accelerație), cinetice (forță, energie, putere) sau legate de activitatea musculară, măsurători metabolice.

Echipamentele de măsurare includ plăci de forță, camere de mare viteză, covorașe cu senzori de presiune, brânțuri cu senzori de presiune, senzori EMG, senzori IMU, senzori GPS, analizoare de gaz.

7 Senzori

7.1 Ce se poate măsura?

Fiecare proprietate fizică care poate fi experimentată de un om este măsurabilă și printr-un anumit senzor. În plus, informațiile furnizate de senzorii electronici sunt nepărtinitoare și obiective. În plus, există o mulțime de alte proprietăți fizice care pentru om nu au sens, cum ar fi, de exemplu, undele radio. Proprietățile din lumea reală pe care doriți să le măsurați pot fi:

- Distanța
- Viteza
- Accelerația
- Timpul
- Presiunea
- Temperatura
- Câmpurile magnetice
- Luminozitatea
- Forța
- Etc.

7.2 Cum pot măsura senzorii?

Distanța

O distanță poate fi măsurată în mai multe moduri. Un design comun pentru senzori de distanță destul de preciși se bazează pe principiul triangulației. Un laser proiectează un punct pe obiect și o „camera” cu un decalaj față de laser observă locația aceluși punct, așa cum se vede în Figura 16. O altă metodă sunt senzorii „time-of-flight”, care măsoară timpul pentru ecoul unui semnal transmis anterior de natură acustică sau electromagnetică.

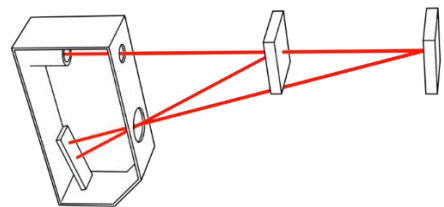


Fig. 17: Senzor de distanță bazat pe triangulație © PFI

Viteza

Viteza este distanța în timp și, prin urmare, poate fi măsurată folosind timpul necesar pentru o distanță cunoscută. La mașini, de exemplu, circumferința roții este distanța cunoscută, iar timpul necesar pentru o rotație este cealaltă valoare pentru a calcula viteza mașinii. O viteză este întotdeauna măsurată în raport cu un cadru de referință.

Accelerația

Aceasta poate fi măsurată fie prin timpul necesar unui obiect pentru a accelera de la o viteză la alta, fie prin forța prin care o masă cunoscută contracarează o schimbare a vitezei. A doua metodă în special este benefică deoarece un senzor nu are nevoie de nicio referință externă pentru a măsura o accelerație. De exemplu, senzorii de accelerație sunt încorporați în telefoanele mobile și sunt adesea utilizați pentru a determina orientarea dispozitivului prin gravitație. O masă care oscilează liber este prinsă într-un cadru de mai multe elemente arc. Când cadrul exterior este

accelerat, arcurile sunt deformatе din cauza inerției masei centrale. Această deformare este detectată și transformată într-o accelerație printr-o electronică de evaluare corespunzătoare. Senzorii actuali de accelerație pentru micro construcții nu sunt mai mari decât un cap de ac.

Rotația

Similar cu senzorii de accelerație, giroscopurile pot detecta modificări ale vitezei de rotație. De asemenea, nu necesită o referință externă și sunt oferite în modele comparabile cu senzorii de accelerație.

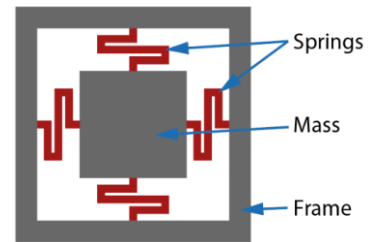


Fig. 18: Schema unui senzor de accelerație © PFI

Temperatura

Există multe moduri de a măsura o temperatură. Un tip ieftin și de încredere în design electronic utilizează în mare măsură rezistența dependentă de temperatură a diferitelor materiale pentru a trage concluzii despre temperatura ambiantă.

Câmpurile magnetice

Senzorii magnetici sunt folosiți mai ales pentru a înregistra câmpul geomagnetic și pentru a deduce orientarea. Deoarece un curent electric care circulă printr-un conductor în legătură cu un câmp magnetic exercită o forță asupra acestui conductor, este posibil și aici să se proiecteze componente electronice foarte integrate, cu costuri reduse.

Presiunea / Forța

Detectarea presiunii sau a forței este un instrument de bază în studiile biomecanice. Există diferite proprietăți fizice care pot fi măsurate, dar majoritatea senzorilor au un strat deformabil între două straturi conductoare. De exemplu: dacă stratul este izolator, celelalte două au ca rezultat un condensator, a cărui capacitate depinde de distanța dintre cele două straturi exterioare. Această capacitate este măsurată și convertită în presiunea aplicată; prin urmare, acest tip de senzor se numește senzor capacitiv.

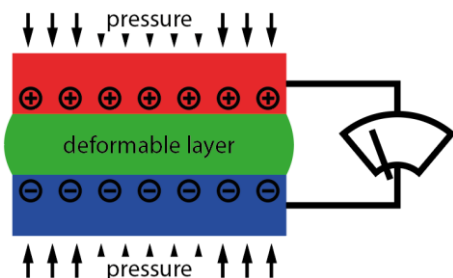


Fig. 19: Principiul unui senzor capacitiv © PFI

7.3 Unitate de măsură inerțială (IMU)

O IMU nu este un singur senzor, ci o combinație de accelerometru, giroscop și senzor magnetic într-unul. Unitatea de evaluare și interfețele digitale sunt adesea combinate într-un singur pachet, astfel încât componenta să poată fi integrată cu ușurință în circuitele existente. Această unitate își poate determina acum orientarea în spațiu și, de asemenea, poate recunoaște schimbările de poziție. Alinierea este foarte fiabilă deoarece rotația poate fi comparată din nou și din nou cu alinierea magnetică în câmpul magnetic al pământului și cu direcția gravitației. Poziția, însă, nu poate fi estimată decât pe baza accelerațiilor, din care se calculează o viteză și din aceasta, la rândul său, se determină abaterea spațială. Deoarece un senzor are întotdeauna o anumită abatere și toleranță, aceasta duce treptat la o eroare din ce în ce mai mare, care nu poate fi compensată fără o poziționare absolută. Exemplu: un senzor stă nemișcat pe o masă. De fapt, nu ar trebui să prezinte nicio mișcare în afară de accelerația datorată gravitației (gravitație). Totuși, cele mai mici

erori datorate toleranțelor de fabricație duc la o valoare minimă a accelerației. Aceasta înseamnă că unitatea de evaluare își asumă o viteză din ce în ce mai mare, ceea ce are ca rezultat o schimbare de poziție tot mai rapidă. La un moment dat, unitatea crede că se mișcă prin spațiu cu viteza sunetului sau mai rapid, chiar dacă nici măcar nu s-a mișcat. Pentru a compensa acest lucru, este necesară o formă de referință de poziție, cum ar fi un semnal GPS sau puterea semnalelor Wi-Fi din apropiere.

7.4 Senzori locali

Senzorii ficși sunt legați de o stație de măsurare non-mobilă, cum ar fi o bandă de alergare. Acestea au avantajul că sunt de obicei imediat gata de utilizare și calibrarea trebuie efectuată numai dacă există probleme cu măsurarea.

7.5 Senzori mobili

Senzorii mobili sunt transportați de utilizatorul și înregistrează date pentru investigații ulterioare pe un card SD sau transmit informațiile printr-o conexiune radio precum Wi-Fi sau Bluetooth. Acești senzori trebuie atașați direct utilizatorului și, de obicei, necesită un o calibrare. De exemplu, acești senzori sunt:

- Unități de măsură inerțiale (IMU)
- Senzori electromiografici (EMG)
- Senzori de presiune sau forță

7.6 Utilizarea senzorilor în încălțăminte

Utilizarea senzorilor în încălțăminte oferă o gamă largă de posibilități, de la simple pedometre în viața de zi cu zi până la analiza biometrică a mersului în știință și cercetare. Medicina poate beneficia de date privind comportamentul de mers și alergare al pacienților și poate adapta mai bine metodele de tratament. Cu toate acestea, nu trebuie neglijată eliminarea și reciclarea componentelor electronice din încălțăminte și îmbrăcăminte.

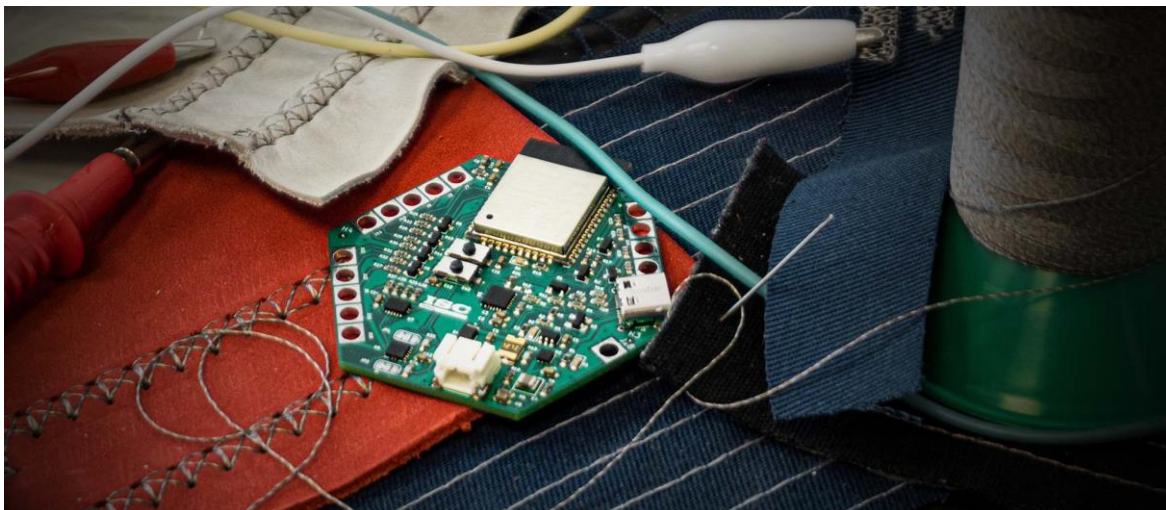


Fig. 21: Platină de bază pentru textile inteligente © PFI

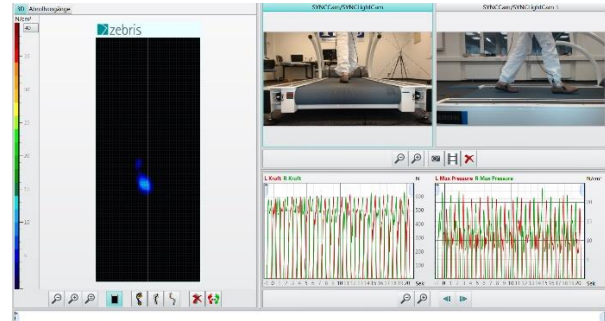


Fig. 20: Interfață software a unei benzi de alergare echipate cu senzori; stânga: bandă de alergare; dreapta sus: cameră; dreapta jos: datelor capturate. © PFI

8 Lista figurilor

Fig. 1: Sferțele de activitate ale DIA-CVET și relația lor cu procesul de producție.	4
Fig. 2: Robot cu 6 axe cu prindere © PFI.....	5
Fig. 3: Robot Scara © PFI.....	7
Fig. 4: Robot Delta © PFI.....	7
Fig. 5: Sistem CAM DEScom de la DESMA; Programarea unui ciclu de scămoșare pe baza datelor 3D-CAD; vizualizarea traseului și orientării sculei.....	9
Fig. 6: Sistem de formare prin injecție foarte automatizat de la DESMA.....	9
Fig. 7: Stânga: proces subtractiv (albastru închis: Partea dorită, albastru deschis: material îndepărtat) Dreapta: proces aditiv (albastru închis: strat de bază, verde: straturi adăugate) © PFI.....	10
Fig. 8: Schema unei imprimante SLA cu sursă de lumină LCD © PFI.....	10
Fig. 9: Schema unei imprimante FDM © PFI.....	11
Fig. 10: Schema sistemului SLS/SLM © PFI.....	11
Fig. 11: Schema imprimantei cu jet © PFI.....	12
Fig. 12: Schema imprimantei cu jet de liant © PFI.....	12
Fig. 13: Slicer pentru o imprimare bazată pe FDM © PFI.....	13
Fig. 14: Valorile de culoare RGB ale diferiților pixeli © PFI.....	15
Fig. 15: Amestecare aditivă a culorilor © PFI.....	15
Fig. 16: Schema unui senzor de culoare cu un filtru Bayer; părțile negre simbolizează zonele non-sensibile ale cipurilor necesare pentru electronica de citire. © PFI.....	16
Fig. 17: Senzor de distanță bazat pe triangulație © PFI.....	20
Fig. 18: Schema unui senzor de accelerație © PFI.....	21
Fig. 19: Principiul unui senzor capacitiv © PFI.....	21
Fig. 20: Interfață software a unei benzi de alergare echipate cu senzori; stânga: bandă de alergare; dreapta sus: cameră; dreapta jos: datelor capturate. © PFI.....	22
Fig. 21: Platină de bază pentru textile inteligente © PFI.....	22