

RAPORTARE ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC 2020

Contract nr. 23PTE/2020

Etapă nr. 1/2020

Cod proiect: PN-III-P2-2.1-PTE-2019-0367;

*Titlu proiect: Servicii de transfer de cunoștințe pentru sisteme de percepție 3D
bazate pe AI*

Beneficiar: Analog Devices GMBH, România

Partener: Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Rezumatul etapei 1 (Procesarea norilor de puncte 3D): Procesarea norilor de puncte 3D prin extinderea capabilităților ale camerei 3D de la ADI prin intermediul soluțiilor open-source disponibile de procesare a norilor de puncte (point cloud), folosind tehnici clasice de filtrare. Rezultatele preconizate: primul workshop; algoritmi pentru filtrarea zgomotului, metrice validând performanțe de filtrare. Documentația pe site-ul proiectului (<http://rocon.utcluj.ro/trai>).

Avizat:

Director de proiect:
Dr. Andrei Cozma

Activitate 1.1 Interfețe software și hardware, filtrare zgomot, eliminare interfețe, validarea procesării punctelor 3D

Această activitate avea drept scop îmbunătățirea calității datelor provenite de la camera Time of Flight (ToF) de la Analog Devices. Pentru a obține aceste corecții s-au folosit diferite tehnici de software și hardware tipice pentru camere ToF (vezi Fig. 1).



Fig. 1 Camera ToF de la Analog Devices

Ca și principiu de funcționare, camera ToF emite pulsuri de lumină în spectru infraroșu, iar reflexiile acestor impulsuri luminoase de pe obiectele din jur sunt recepționate de un senzor CCD cu rezoluție VGA (640x480 pixeli), urmând ca semnalele electrice generate de senzorul CCD să fie digitizate și apoi convertite în informație de distanță pentru fiecare pixel din imagine de către un integrat specializat de la Analog Devices - ADDI9036. Figura 2(a) prezintă diagrama de principiu a sistemului iar Figura 2(b) evidențiază structura internă a integratului ADDI9036.

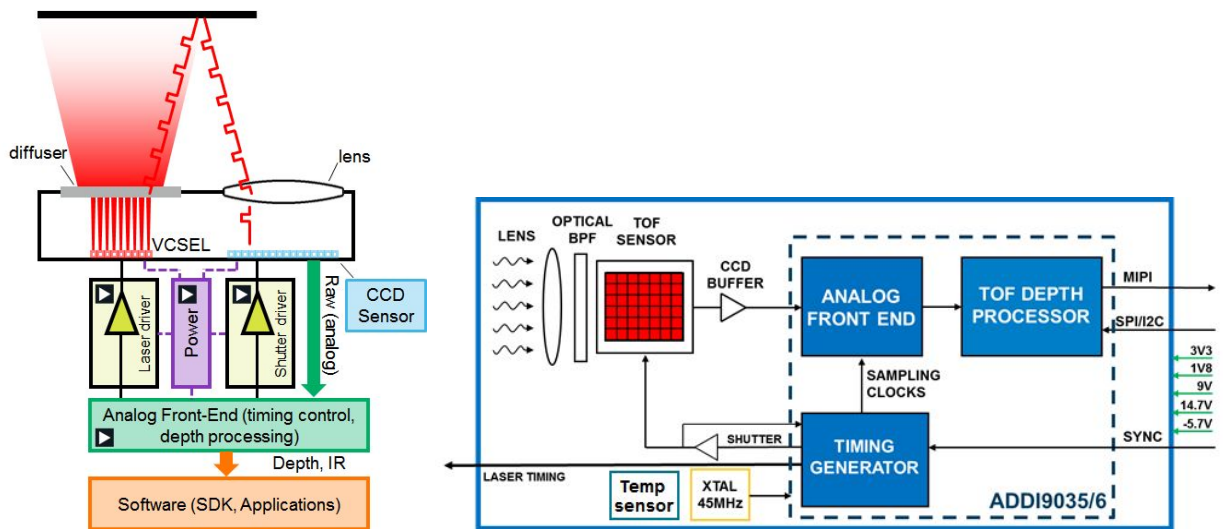


Fig. 2 (a) Diagrama de principiu a camerei ToF (b) Structura internă a ADDI9036

ADDI9036 controlează atât funcționarea sursei de lumină cât și cea a senzorului CCD, asigurând alinierea perfectă între partea de recepție și transmisie pentru a obține o acuratețe ridicată a măsurătorilor de distanță. Durata, frecvența și intarzierea relativă a formei de undă care controlează funcționarea sursei de lumină și intarzierea semnalelor care controlează deschiderea senzorului, sunt programabile pentru a compensa efectele introduse de caracteristicile fizice ale diferitelor componente electronice din lanțul de procesare. În plus, ADDI9036 dispune și de o serie de filtre programabile, toate acestea fiind menite în a reduce zgomotul din imaginea 3D și a crește acuratetea măsurătorilor. Însă, pentru a obține o calitate sporită a norilor de puncte 3D sunt necesare procesări adiționale care sunt realizate de către aplicațiile software care se

interfateaza cu camera ToF prin intermediul kit-ului de dezvoltare software (SDK) furnizat de către Analog devices. În ceea ce urmează se vor prezenta pașii de prelucrare a datelor 3D.

Lanțul de procesare 3D

Lanțul de procesare propus pentru a prelucra norii de puncte este prezentată pe Fig. 3



Fig. 3 Lanțul de procesare dezvoltat pentru camera ToF

Acest lanț de procesare conține următoarele elemente:

1. Driver-ul de la cameră
2. Filtru de tip voxel filter pentru comprimarea datelor
3. Filtru de tip passthrough pentru formarea regiunilor de interes
4. Filtru de segmentare planară
5. Vizualizare

Fiecare element din acest lanț de procesare contribuie la îmbunătățirea calității de date obținute de la cameră. Pe partea de driver au fost implementate diferite variante de acces pentru tool-uri specifice, cum ar fi PCL, ROS, OpenCV sau Matlab. Astfel acest lanț de procesare se poate reutiliza în diferite aplicații.

Filtrarea datelor

Pentru a putea aplica o filtrare specifică camerei ToF în prima etapă s-a făcut calibrarea internă a camerei folosind tehnici specifice pentru imagini de tip IR. Acest pas este relevant pentru a putea filtra distorsiunile în datele 3D datorită efectului de lentilă. Rezultatele calibrării se pot vedea pe Fig. 4. După cum se poate observa, partea cu albastru deschis este fără efecte de distorsiune în 3D ceea ce este important pentru prelucrarea ulterioară ale datelor.

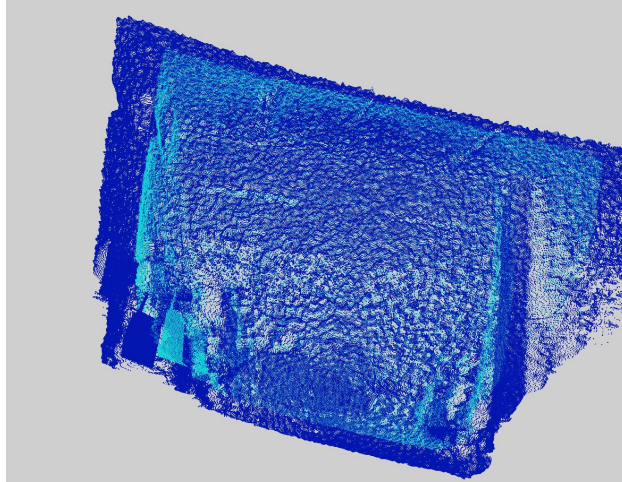


Fig. 4 comparație între nor de puncte înainte și după calibrarea camerei ToF

Calcul de normale avansate (multiscale)

Ca un pas de prelucrare relevant pentru noruri de puncte 3D reprezintă partea de calcul eficient de normale. Acesta este un pas preliminar important pentru recunoașterea obiectelor din noruri de puncte 3D.

Astfel în cadrul proiectului s-a dezvoltat un modul special pentru calcul de normale 3D multiscalar care să permită o estimare mai flexibilă a normalelor de suprafață din noruri de puncte 3D. Un exemplu de calcul de normale avansate pentru noruri de puncte se poate vedea în Fig. 5.



Fig. 5 Calcul de normale multiscalare pe suprafață 3D din nor de puncte

Activitate 1.2 Recunoaștere de obiecte 3D

Recunoașterea obiectelor este o problemă relevantă atât în cercetare cât și în domeniul industrial. În acest domeniu o ramură specială reprezintă recunoașterea obiectelor din nori de puncte 3D. Acesta din urmă are avantajul de a avea informație topologică și metrică pentru obiectele în fața camerei.

Focusul pentru această activitate din cadrul proiectului era pe recunoașterea formelor 3D pentru a clasifica obiectele în diferite clase geometrice (e.g. sferă, plan, cilindru, etc).

Astfel s-a creat o aplicație care returnează clasa geometrică pentru obiectele din jur folosind algoritmi standard de tip RANSAC. Scopul era de a detecta în mod corect aceste clase indiferent de înclinația camerei. Pentru acesta s-a creat o pistă specială înclinată pe care se deplasa un robot mobil echipat cu camera ToF. Astfel am reușit să testăm algoritmul dezvoltat în diferite condiții, după cum se poate observa în imagine Fig. 6.

O înregistrare pentru acest scenariu se poate urmări pe adresa:

<https://www.youtube.com/watch?v=rz4ELQGJsRw>

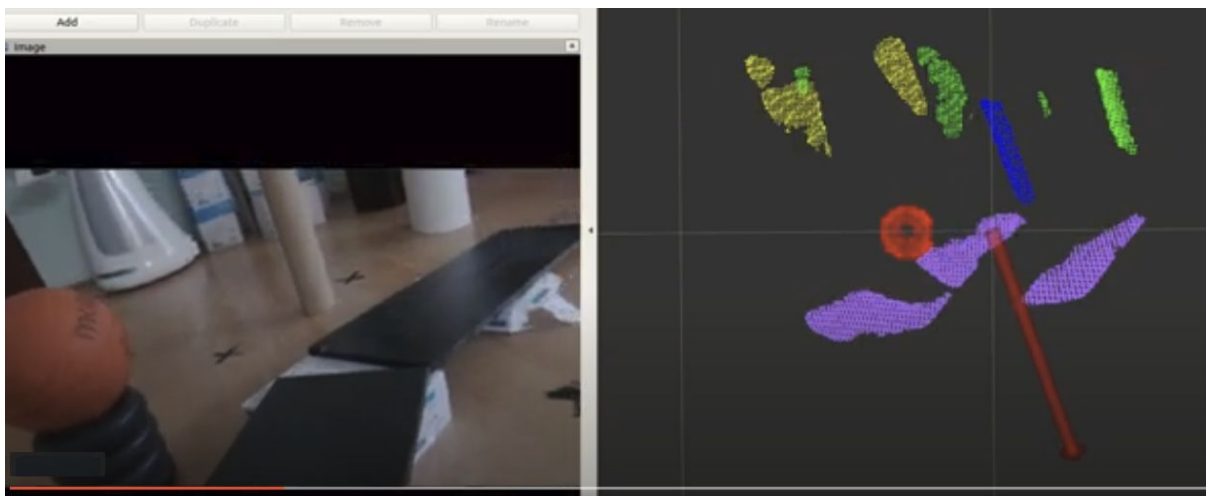


Fig. 6 Imaginea 2D ceea ce vede robotul și norul de puncte 3D clasificat de acesta

Rezultatele sintetice ale algoritmului de recunoașterea s-au centralizat în imagine Fig. 7

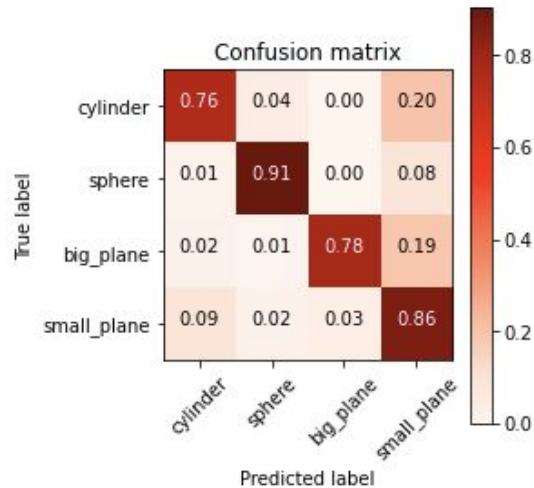


Fig. 7 Rezultatele clasificării formelor geometrice din noruri de puncte 3D

Activitate 1.3 Diseminare

Activitatea de diseminare în contextul curent s-a concentrat pe activități online. Astfel s-a făcut o prezentare ale metodelor dezvoltate la pasul anterior la o conferință industrială de prestigiu (Embedded vision) iar partea de aplicații în domeniul de cercetare au fost incluse într-un jurnal de prestigiu din fabricație (RCIM). Cele două referințe se regăsesc în bibliografie.

Pe lângă aceste prezentări, rezultatele preliminare sunt pregătite pentru a fi diseminate în etapa 2 a proiectului.

Concluzii

În concluzie, activitățile propuse în etapa 1 a proiectului au fost atinse cu succes (inclusiv pe partea de filtrare, recunoaștere de obiecte și diseminare), iar aceste rezultate vor servi ca și bază pentru activitățile propuse în etapa 2.

Bibliografie

Blaga, A., Militaru, C., Mezei, A., & Tamas, L. (2020, September 11). Augmented reality integration into MES for connected workers. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol 68, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0736584520302684>

Cozma, A. (2020, November 3), "AI-powered People Detection Using Time of Flight Data", 2020 Embedded Vision Summit,

<https://www.edge-ai-vision.com/2020/11/ai-powered-people-detection-using-time-of-flight-data-a-presentation-from-arrow-electronics-and-analog-devices/>