

OPTICAL PROXIMITY SENSOR WITH TIME-OF-FLIGHT MEASURING PRINCIPLE

Hana Mlatecová

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xmlate@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Luděk Žalud

E-mail: zalud@feec.vutbr.cz

Abstract: 3D optical proximity sensor is described in the paper. The sensor is made by ifm electronic company and is marked as O3D201. There are descriptions of properties, measuring principle and communication. It was made a program for communication between PC and sensor. The program provides functions for measuring and visualization of sensor data in real time.

Keywords: sensor, 3D scanner, measuring of distance, TOF, PMD, visualization.

1. ÚVOD

Tato práce se zabývá optickým proximitním scannerem, který využívá pro určení vzdálenosti měření doby letu vyslaného paprsku, konkrétně senzorem O3D201 od společnosti ifm electronic gmbh. Kromě jeho základních vlastností a měřicího principu článek popisuje program vytvořený v rámci projektu, který slouží ke komunikaci se senzorem, získávání měřených dat a jejich vizualizaci v reálném čase.

2. SENZOR O3D201

Společnost ifm electronic představila roku 2009 senzor O3D201. Jedná se o proximitní 3D snímač, který poskytuje data v několika formátech a dokáže komunikovat s počítačem pomocí sběrnice Ethernet. Využívá měřicího principu Time-Of-Flight (TOF) a technologie snímání Photonic-Mixer-Device (PMD).

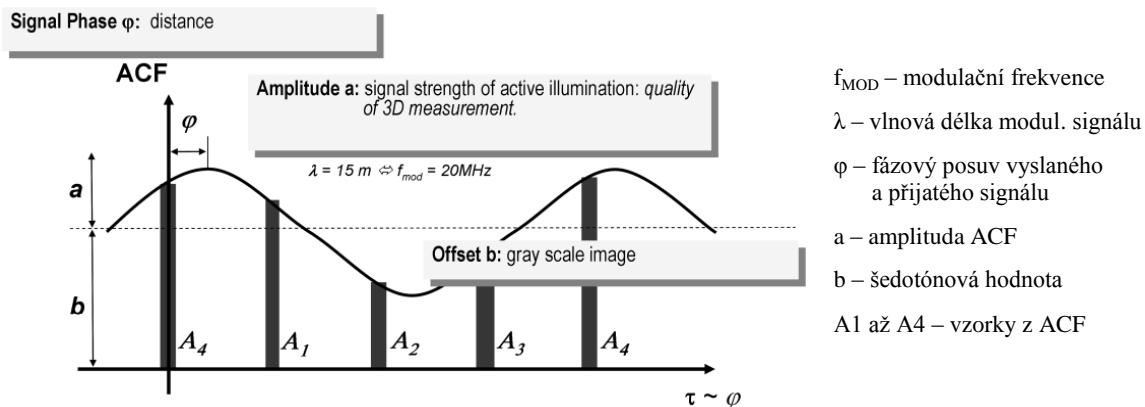
2.1. TECHNOLOGIE

Dosavadní optické senzory pro 3D měření využívaly rotaci zrcátka v jedné nebo dvou osách, případně se rotovalo celým snímačem – takto naměřená data mají mezi sebou časový odstup. Naproti tomu senzor O3D201 využívající technologii PMD má několik detektorů uspořádaných do matice na $\frac{1}{2}$ “ čipu. To umožňuje měření celé scény v jednom okamžiku. Lze ho tedy použít i na rychlé dynamické scény.

Interní zdroj modulovaného infračerveného světla (LED) osvětlí scénu. Odražený paprsek pak přes optickou soustavu (čočky) dopadne na PMD matici. Mezi vyslaným a odraženým paprskem se provede korelace, z níž je pak vypočtena vzdálenost – viz Obr. 2 a výpočty (1). Pro každý obrazový bod tak dostáváme vzdálenost d a šedotónovou hodnotu b .



Obr. 1: Senzor O3D201



Obr. 2: Autokorelační funkce (ACF) [1]

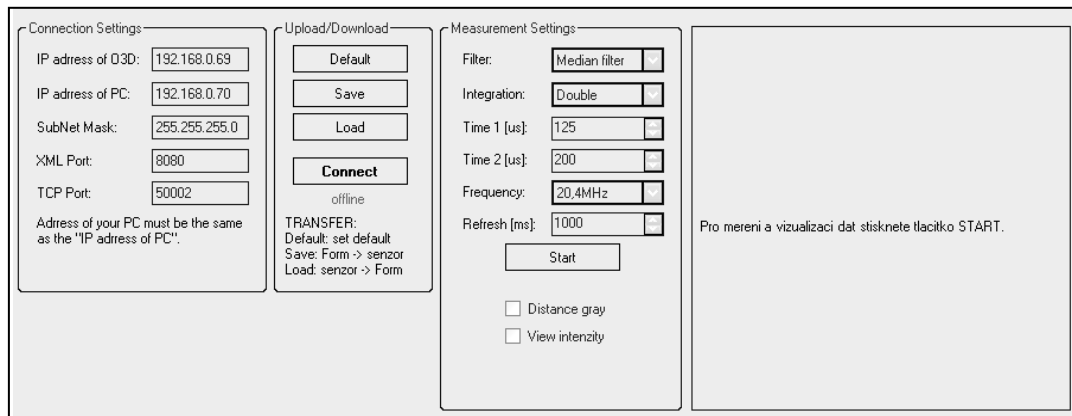
$$\varphi = \arctan\left(\frac{A1 - A3}{A2 - A4}\right), \quad b = \frac{A1 + A2 + A3 + A4}{4}, \quad d = \frac{c \cdot \varphi}{4\pi \cdot f_{MOD}} \quad (1)$$

2.2. VLASTNOSTI

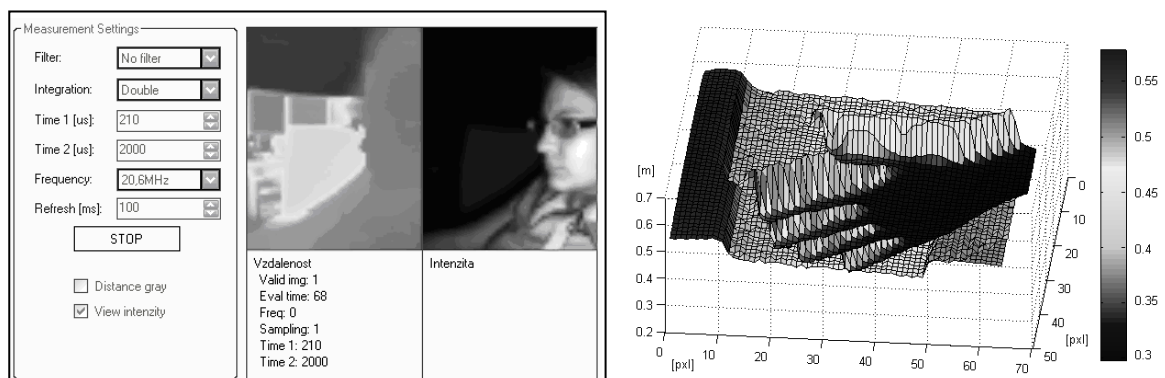
Senzor O3D201 poskytuje data o intenzitě a vzdálenosti objektu pro každý pixel z obrazu scény. Rozlišení je 64x50 obrazových bodů. Měřicí dosah je 6,5 m při zorném úhlu 30x40°. Snímač vyžaduje napájení 24 V při spotřebě 600 mA (špičkově až 2,5 A). Výhodou je umístění světelného zdroje, měřicího ústrojí a vyhodnocovací jednotky v jednom pouzdře. Nevýhodou naopak nepřesnost rostoucí se vzdáleností. Jeden pixel ve vzdálenosti 1,5 m odpovídá ploše 17x17 mm, ale ve vzdálenosti 5 m už ploše 55x55 mm. Z toho vyplývá, že velikost detekovatelných objektů je závislá na vzdálenosti mezi senzorem a objektem.

3. PROGRAM

V rámci projektu byla vytvořena aplikace, která je naprogramována ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio 2010, v jazyce C# a knihovnách .NET Framework verze 3.5. Aplikace je koncipována jako uživatelské rozhraní pro připojení k senzoru z počítače. Celkový pohled na aplikaci po spuštění ukazuje Obr. 3. Ovládací panel je rozdělen na několik částí. V *Connection Settings* se zobrazují parametry pro připojení k senzoru, *Measurement Settings* umožňuje nastavit měřicí parametry (typ filtru a integrace, integrační časy, obnovovací dobu, aj.), sekce *Upload/Download* obsahuje většinu ovládacích tlačítek. K senzoru se připojíme tlačítkem *Connect* – stav je zobrazen pod tlačítkem. *Save a Load* slouží pro nastavení měřicích parametrů z formuláře do senzoru a naopak. Tlačítko *Default* nastaví do formuláře i do senzoru defaultní hodnoty. V pravé části panelu je umístěna vizualizace naměřených dat – spustí se po stisku tlačítka *Start*. Vzdálenost lze zobrazit barevně nebo ve stupních šedi (zatržítka *Distance gray*), zatržením *View intenzity* zobrazíme šedotónovou hodnotu *b*. Náhled na vizualizaci ukazuje Obr. 4 - vlevo (vzdálenost v programu byla zobrazena barevně, pro tento článek byl obrázek dodatečně převeden na stupně šedi). Obr. 4 - vpravo, ukazuje 3D zobrazení jiné scény. Pro vykreslení uložených dat ve 3D byl použit program Matlab R2009b (v originále odpovídala barva vzdálenosti, zde opět šedě).



Obr. 3: Uživatelská aplikace



Obr. 4: Vizualizace: vlevo – z aplikace, vpravo – v Matlabu

4. ZÁVĚR

Hlavní cíle projektu – seznámit se se senzorem O3D201, ověřit jeho činnost a základní vlastnosti, vytvořit software, který by umožnil nastavovat měřicí parametry a vizualizovat data v reálném čase, byly splněny. Naměřená data je možné ukládat do souboru a následně je analyzovat například pomocí Matlabu. Toto bude v projektu využito do budoucna pro důkladnou analýzu parazitních parametrů na přesnost měření. Snímač, včetně vytvořeného programového vybavení bude využit na mobilních robotech ÚAMT pro mapování prostředí a sebelokalizaci. Samotný program bude dále využita pro vizualizaci dat na reklamním robotu FEKTbot.

REFERENCE

- [1] *A 3D time of flight camera for object detection.* PMDTechnologies GmbH. [online]. <http://www.pmdtec.com/fileadmin/pmdtec/downloads/publications/200705_PMD_ETHZue rich.pdf> © 2009. [cit. 12.1.2010]
- [2] *O3D2xx_Programmers_Guide.* Germany: Ifm electronic GmbH. [online]. <http://www.ifm.com/ifmcz/web/dualis_download.htm> ©1998-2011. verze 1.1 [cit. 27.3.2009]