

TECHNICKÁ
Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Katedra technologie a řízení konfekční výroby v Prostějově

Bakalářský studijní program: TEXTIL

Studijní obor: Technologie a řízení oděvní výroby – 3107R004

Zaměření: Konfekční výroba

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Název práce: Studie fotogrammetrie a její využití při aplikacích v oděvním průmyslu

Name of thesis: The study of photogrammetry and its using on applications in clothing industry

Kód: 314/05

Autor bakalářské práce: Herníková Romana

Vedoucí BP: Ing. Mgr. Marie Nejedlá

Konzultant: RNDr. Ludmila Brichtová

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146086579

Počet stran	Počet obrázků	Počet tabulek	Počet příloh
47	19	0	4

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace uvedených pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce na v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomý, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že s o u h l a s í m s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.)

Jsem si vědoma toho, že užití své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (a do jejich skutečné výše).

Beru na vědomí, že si svou bakalářskou práci mohu vyzvednout v univerzitní knihovně TUL po uplynutí pěti let po obhajobě.

V Prostějově dne 15. 5. 2006

.....

Romana Herníková

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat paní Ing.Mgr. Marii Nejdlé, vedoucí a zároveň konzultantce bakalářské práce.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat svým rodičům, kteří mě podporovali a poskytovali prostor po celou dobu mého studia.

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Název tématu: Studie fotogrammetrie a její využití při aplikacích v oděvním průmyslu

V bakalářské práci je charakterizován pojem fotogrammetrie, její historický vývoj, rozdělení a možnosti jejího využití.

Dále je práce zaměřena na používané metody snímání objektů, základy počítačového vidění a zpracování digitální fotografie, které jsou pro fotogrammetrii nezbytnou součástí.

V závěru práce jsem se zaměřila na možné způsoby při zjišťování tělesných rozměrů aplikovatelných do oděvního průmyslu a všeobecné využití fotogrammetrie.

Klíčová slova : fotogrammetrie
optická triangulace
stereovidění
digitální fotografie
kamera
tělesné rozměry

ANOTATION OF BACHLOR'S WORK

Subject name: Study photogrammetry and her utilization at applications in clothing industry

In bachlor's work is characterized conception photogrammetry, her historical development, fission and possibilities her utilization.

Further is work bent on used method scan objects, bases computer vision and processing digital photograph, that are for photogrammetry inevitable part of.

At the close work I located on possible manners at recognition bodily proportions and universal utilization photogrammetry.

Key words: photogrammetry
optical triangulation
stereovision
digital photo
camera
body measurement

Obsah

Prohlášení	3
Poděkování	4
Anotace	5
Obsah	7
Použité zkratky	9
1.Úvod	10
2.Definice a rozdělení fotogrammetrie	11
2.1. Podle způsobu vyhodnocení.....	11
2.2. Podle stanoviště fotogrammetrické komory.....	13
2.3. Podle počtu současně zpracovávaných snímků.....	14
3. Princip a metody dělení plochy	15
3.1. Plátový model.....	16
3.2. Polyedrický model.....	17
3.3. Rastrový model.....	18
4.Metody optického měření	19
4.1. Triangulační metody.....	19
4.1.1. Aktivní triangulace.....	20
4.1.2. Pasivní triangulace.....	23
4.2. Stereovidění.....	24
4.3. Počítačové vidění.....	29
5.Digitální fotografie	32
5.1. Rozlišení digitálního fotoaparátu.....	32
5.2. Rozlišení digitálního snímku.....	33
5.3. Manipulace s rozlišením fotografií.....	34
6. Fotogrammetrie oděvní průmysl	35
6.1. Fotogrammetrická metoda.....	36
6.2. Stereofotogrammetrická metoda.....	40
6.3. Využití v oděvním průmyslu.....	41

7. Využití fotogrammetrie v jiných odvětvích.....	42
8. Závěr.....	45
9. Seznam použité literatury.....	46
10. Seznam příloh.....	47

Použité zkratky

2D – dvourozměrný

3D – trojrozměrný

CCD – senzor, jehož hlavním elementem je světlocitlivý křemík, kde se v důsledku dopadu světla fotovodivým způsobem vytváří na povrchu nábojová struktura, korespondující s jasovou strukturou snímků

DMT – digitální model terénu

Dpi – z angl. Dot per inch což přeloženo do češtiny znamená počet bodů na palec. Již z překladu je patrné, že DPI označuje v podstatě hustotu nějaké obrazové informace.

1. Úvod

Bezkontaktní snímání a proměřování objektů se stalo obzvlášť v poslední době důležitou součástí ve všech průmyslových odvětvích.

Tyto bezkontaktní metody snímání se staly za posledních deset let velkým trendem a to nejen proto, že jsou mnohem přesnější a rychlejší než metody kontaktního snímání, ale také díky zpracovatelnosti a manipulaci se zjištěnými údaji.

Právě u fotogrammetrie se jedná především o rychlost a pohodlnost získávání obrazů, ale také o jednoduchost trvalého uchování informace na záznamových médiích nejčastěji CD.

V současné době jsou výsledky fotogrammetrie velmi důležité pro mnoho dalších vědních oborů, pro různé oblasti průmyslové výroby a mnohé oblasti lidské práce.

Tato práce je zaměřena na rozdělení fotogrammetrie, které v mnoha případech napovídá v jaké oblasti se použita.

Dále je zaměřena na základní informace počítačového vidění a zpracování digitální fotografie, které tvoří nezbytnou složku právě u této metody proměřování. Převratný rozvoj nastal používaných fotogrammetrických prostředků. Klasické fotoaparáty a kamery jsou nahrazovány výrobky digitálními. Obraz z takového digitálního prostředku je kvalitnější a dá se lépe zpracovat. Snad největší výhodou tohoto přechodu k digitálním fotoaparátům a kamerám je snadnější přenos získaných dat do počítače. Propojením těchto dvou komponentů patřičnými kabely je odstraněn zdlouhavý způsob vyvolání fotografií a následným scannováním do počítače.

Fotogrammetrie spolupracuje s antropologií, protože zkoumaným objektem u této vědy je postava a tvar lidského těla. A právě znalost rozměrů a stavby těla je nezbytná při výrobě oděvů.

Cílem této práce je zpracovat studii o fotogrammetrii a možných prostředcích využitelných při aplikacích v oděvním průmyslu.

2. Definice a rozdělení fotogrammetrie

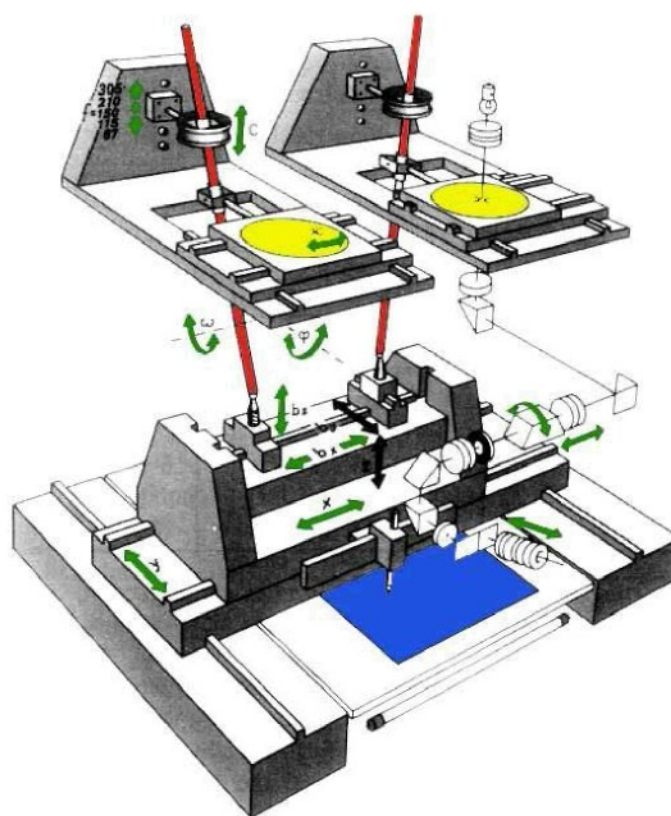
Fotogrammetrie je věda, způsob a technologie zabývající se získáváním dále využitelných měření, map, digitálního modelu terénu a dalších produktů, které lze získat z fotografického záznamu.

Fotogrammetrie se dělí podle místa pořízení záznamu na leteckou a pozemní. Letecká nachází největší uplatnění pro mapování rozsáhlých území, tvorbu digitálních modelů terénu a ortofota. Naproti tomu pozemní fotogrammetrie se nejvíce využívá pro dokumentaci fasád domů, výpočet kubatur v lomech apod. Největší výhodou fotogrammetrie je rychlost pořízení záznamu (ten je pak zpracován laboratorně). Nosným médiem je fotografie. Právě fotografický obraz je ideální pro pozdější uchování k účelům dokumentace. Po dlouhou dobu bylo využíváno "klasické" fotografie, tedy přenosu obrazu na světlocitlivou vrstvu (vynález fotografie 1839), s rozvojem informačních technologií a digitálních záznamů (od 80. let 20. století) však začala své uplatnění nacházet fotografie *digitální*. Její přednosti jsou nepochybné.

2.1. Podle způsobu vyhodnocení se fotogrammetrie dělí na:

- **Fotogrammetrie analogová**

Analogová fotogrammetrie se začala plně rozvíjet přibližně na začátku 20.století, kdy Dr.C.Pulfrich zkonstruoval první přístroj pro stereoskopické měření snímkových souřadnic tzv. stereokomparator. E. Orel první analogový vyhodnocovací přístroj - stereoautograf . Tyto přístroje se staly základem pro obrovský rozvoj fotogrammetrie. V poslední době však jejich používání klesá.



Obr. 1. Analogový vyhodnocovací přístroj

- **Fotogrammetrie analytická**

S rozvojem počítačové techniky mohly být některé optické a mechanické komponenty nahrazeny počítačem. Vznikly první analytické vyhodnocovací přístroje. První byl zkonstruován v roce 1960 Helavou. Tyto přístroje nabízejí mnohem větší flexibilitu a produktivitu. V 80. letech se potom objevila nová disciplína fotogrammetrie-digitální. Přejít od analogové k analytické fotogrammetrii nevedl k novým principům nebo výsledkům, ale pouze k určitým vylepšením. Přejít od analytické fotogrammetrie k fotogrammetrii digitální pak znamenal úplnou změnu hardwaru.

- **Fotogrammetrie digitální**

Přesná definice termínu digitální fotogrammetrie zatím ještě neexistuje. Jedna z hlavních charakteristik je ta, že digitální fotogrammetrie místo toho, aby používala fyzických obrazů na skle, papíře nebo filmu, používá fotografie v digitální formě uvnitř počítače. Kromě toho, že zde byl implementován již známý schématický postup k řešení úloh klasické fotogrammetrie, jako je triangulace, snímková orientace a stereoskopické měření, otevřela se cesta pro další úlohy a metody. Digitální fotogrammetrie tak v sobě obsahuje i některé metody zpracování obrazu a počítačového vidění. Jedná se například o filtrování, ostření a změnu kontrastu snímku. Jsou to metody, které jsou při digitálním zpracování velmi jednoduše implementovatelné, ale podobných výsledků lze klasickými postupy dosáhnout pouze s obtížemi. Z oboru počítačového vidění se jedná například o automatické rozpoznávání objektu, což klasickými metodami není umožněno. Tyto schématické postupy pro porovnávání obrazu se dají využít při automatické orientaci snímku nebo triangulaci.

2.2. Podle stanoviště fotogrammetrické komory se dělí na:

- **Pozemní fotogrammetrie**

Stanovisko je zpravidla nepohyblivé, umístěné na zemi. Při fotografování je dost času i technických prostředků požadované přesnosti, abychom určili nejen souřadnice stanoviska, ale i prostorovou orientaci snímku. Zpracování takových snímků bude proto jednodušší. Nedostatkem pozemní fotogrammetrie ovšem je, že jednotlivé předměty měření jsou vzájemně zakrývány, že zejména při fotografování terénu je značné procento ploch, které nelze ze snímku určit.

- **Letecká fotogrammetrie**

Stanovisko pro pořízení snímků je umístěné v letadle anebo v jiném pohybujícím se vzdušném prostředí. Na snímku se zobrazí značně větší plocha než ve fotogrammetrii pozemní. Nevýhodou je, že nelze zpravidla dostatečně přesně určit prostorovou polohu snímku v okamžiku jeho pořízení a tedy i způsoby zpracování budou složitější než při použití pozemní fotogrammetrie.

Jak v oboru pozemní tak i letecké fotogrammetrie je hlavní zájem soustředěn na kvantitativní vyhodnocení snímků, na lokaci jednotlivých objektů v souřadnicích zpravidla méně je dbáno na kvalitu informací o fotografovaném předmětu.

2.3. Podle počtu současně zpracovávaných snímků se dělí na:

- **Jednosnímková fotogrammetrie**

Využívá jednotlivých měřických snímků. Protože však na snímku můžeme měřit jen rovinné souřadnice, lze jednosnímkovou fotogrammetrií určit opět jen rovinné souřadnice předmětu měření a lze ji použít tehdy, je-li předmět měření rovinný anebo blízký rovinně. Tak např. v pozemní fotogrammetrii, kde se převážně fotografuje s vodorovnou osou záběru, lze vyhodnotit objekty tvořící svislou rovinu (např. průčelí budov). V letecké fotogrammetrii, kdy bývá osa záběru převážně svislá, lze jednosnímkovými metodami získat polohopisnou složku mapy rovinatého území.

- **Dvousnímková fotogrammetrie**

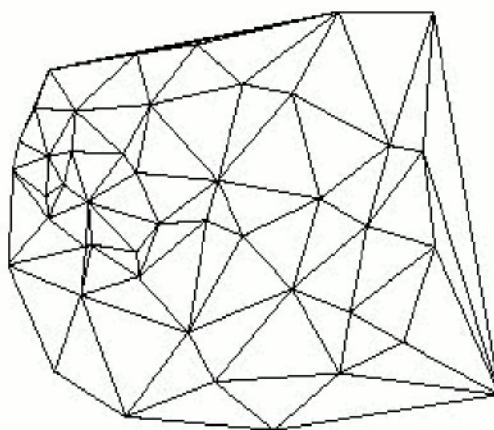
Vyžaduje pro zpracování informací vždy nejméně dva, vzájemně se překrývající snímky. Části předmětu měření jsou tedy současně zobrazeny na obou snímcích a lze tak určit jejich prostorovou polohu. Využívá-li se k vyhodnocení stereoskopického vjemu, který umožňuje vytvořit prostorový model předmětu měření, jedná se o stereofotogrammetrii. Ta je vzhledem ke své univerzálnosti dnes nejvíce využívána.[1]

3. Princip a modely dělení plochy

Konstrukce nepravidelné trojúhelníkové sítě je zásadním nástrojem při vytváření polyedrického nebo plátového modelu, který používá většina systémů DMT. Vstupními daty je množina bodů $P_1, P_2, \dots, P_n$, které jsou dány svými prostorovými souřadnicemi $[x, y, z]$. Vrcholy je nutné pospojovat hranami tak, aby vznikla množina trojúhelníků, které k sobě přiléhají a neprotínají se. Tyto trojúhelníky se nemusí maximální mírou přimykát k aproximované ploše reliéfu terénu. Zásadní charakteristikou algoritmu pro tvorbu sítě tedy je, které vlastnosti považujeme za určující při optimalizaci maximálního přimykání sítě k aproximované ploše a jakou mírou tuto jinak značně časově náročnou činnost urychlit. Vstupem je vždy množina bodů:

$$P_1(x_1, y_1, z_1), P_2(x_2, y_2, z_2), P_3(x_3, y_3, z_3), \dots, P_n(x_n, y_n, z_n)$$

Výstupem z triangulačního algoritmu je množina úseček, spojujících tyto body tak, aby vznikla vhodná trojúhelníková síť.

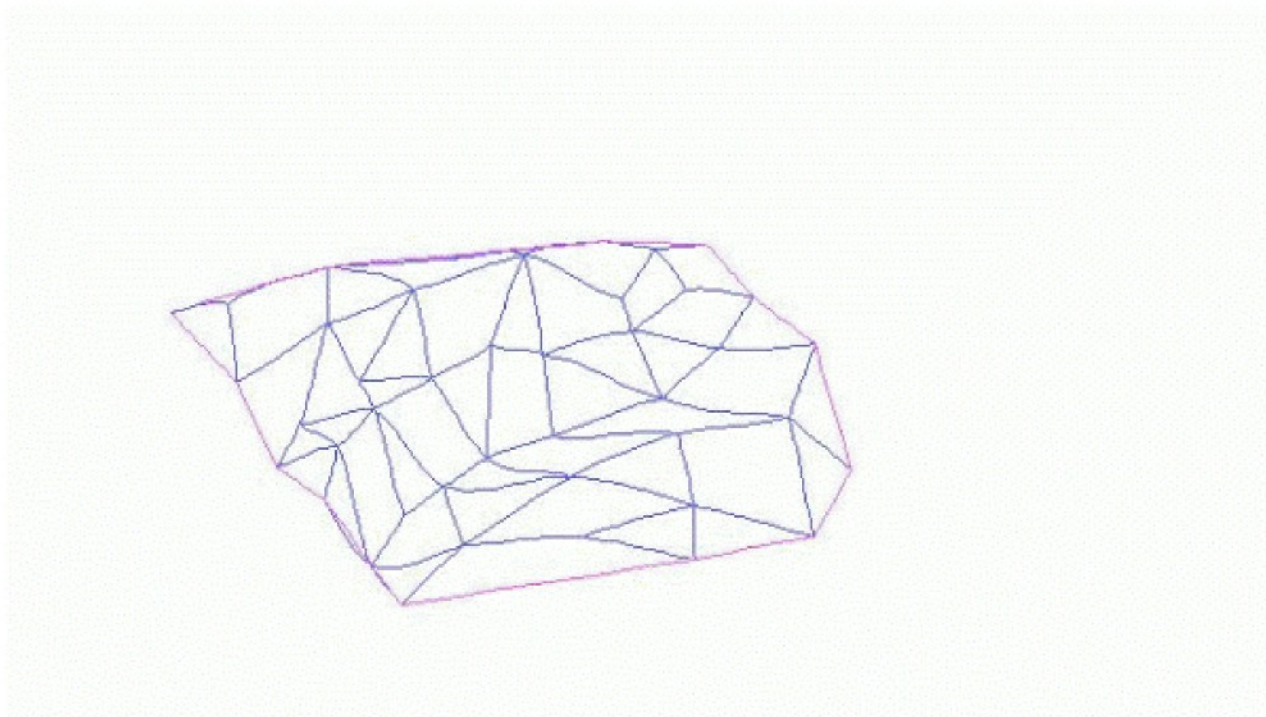


Obr. 2. Nepravidelné trojúhelníkové síť

3.1. Plátový model

Tento typ modelu předpokládá, že se povrch rozdělí na nepravidelné, obecně křivé plošky trojúhelníkového nebo čtvercového tvaru, přičemž hranice se vedou po singularitách. Zřídka se používají rovněž obecné n-úhelníky. Rozdělení modelu na pláty je velmi výhodné a snadné je rozdělení vést po singularitách a charakteristických bodech terénu.

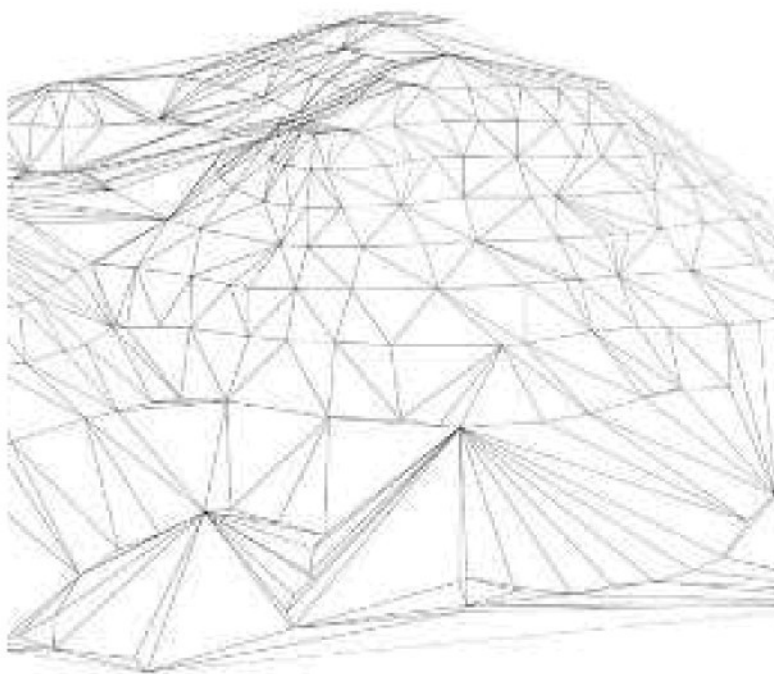
Tvorba plátového modelu ze vstupních dat postupuje v několika krocích. Prvním krokem je triangulace, tedy pospojování vstupního seznamu bodů do trojúhelníkové sítě. Součástí tvorby modelu může být i optimalizace jednotlivých plátů. Při ní jsou některé zbytečné hrany trojúhelníkové sítě vypuštěny a model je pak tvořen i čtyřúhelníky, či ještě složitějšími mnohoúhelníky. Poslední fází tvorby modelu je ošetření singularit. Singularitou rozumíme místo, kde se terén chová jiným způsobem, než by se dalo usoudit z jeho chování v okolí singularity. Typicky se může jednat například o ostrý horský hřeben, nebo pobřežní linii jezera.



Obr.3. Plátový model terénu

3.2. Polyedrický model

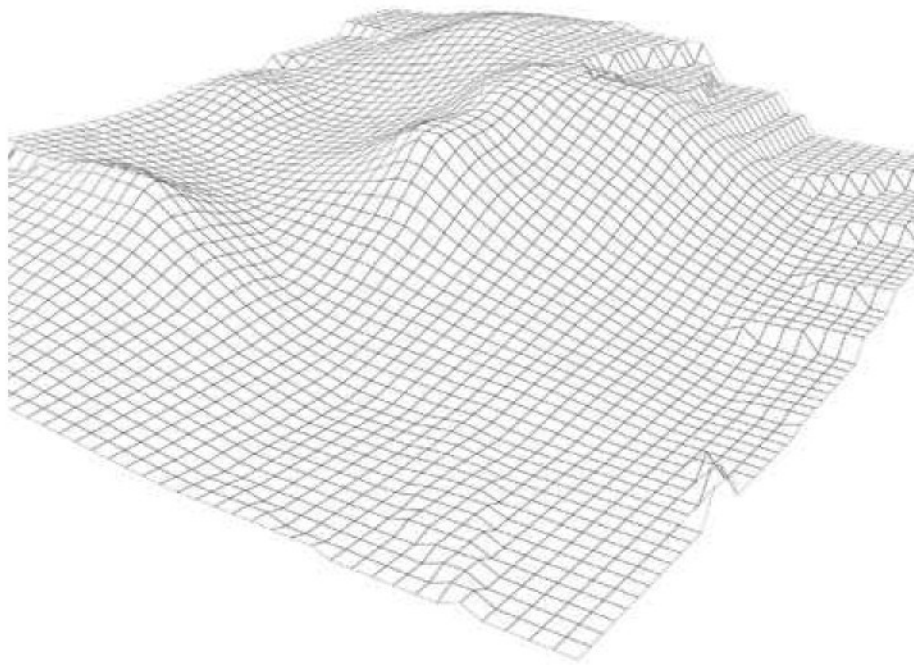
Zde jsou elementárními ploškami trojúhelníky, které k sobě přiléhají a tvoří tak mnohostěn, přimykající se k terénu. Vrcholy mnohostěnu jsou body na terénní ploše, souřadnicově určené příslušnými geodetickými metodami. Interpolace plochy se obvykle provádí lineárně po trojúhelnících. Tento přístup je v současné době u komerčních systémů nejrozšířenější. Vrcholy trojúhelníků je vhodné zvolit tak, aby vystihovaly nejen obecně průběh terénu, ale i jeho singularity (anomální chování fyz. veličiny v určitém bodě).



Obr. 4. Polyedrický model terénu

3.3.Rastrový model

Obraz, jehož celková plocha je rozdělena na velmi malé pravidelné plošky, z nichž každá má určitou barvu. Uspořádání plošek určitých barev v celkové ploše pak vytváří černobílý (barvami jsou stupně šedi) nebo barevný obraz. V digitální podobě rastrového obrazu je každé plošce přiřazena číselná hodnota odpovídající konkrétní barvě a souřadnice udávající polohu plošky v celkové ploše obrazu. Digitální rastrový obraz vzniká např. skenováním papírové předlohy.



Obr.5. Rastrový model terénu

Jak název napovídá, model je dán množinou elementárních plošek nad prvky pravidelného rastru. Jsou to vlastně zborcené čtyřúhelníky, které je možno rozdělit na trojúhelníky, případně je možné uvažovat i jiné, složitější plochy. Rastrový model je výhodný v tom, že pracuje s pravidelnou maticí uzlových bodů, jenž se dají snadno vypočítat a není nutné o nich udržovat všechna data. Ovšem vypovídající schopnost modelu silně závisí na jeho

rozlišovací úrovni, na kolik jsou jednotlivé prvky rastru přimknuty ke skutečnému reliéfu terénu. Velmi špatně se taková hustota volí pro krajinu s velkou nepravidelností, kde jsou vysoké hory i rozsáhlé rovné pláně nebo jezera. Takový reliéf je nutné řešit rozdělením na několik modelů a každý zpracovávat v různém rozlišení. Rastrový model je v principu definován hodnotami $[x,y,z]$ – tedy prostorovými souřadnicemi každého bodu rastru.[3] Při praktickém použití stačí určit vzdálenost bodů rastru a umístit jeden bod do souřadnicového systému, všechny ostatní prvky se snadno dopočítají. Proto může obsahovat prakticky použitelný rastrový formát pouze:

- souřadnice jednoho rohu rastru
- úhel natočení rastrové sítě
- rozměr jednoho prvku (oka) rastru
- matici výškových hodnot každého bodu rastru

4. Metody optického měření

4.1 Triangulační metody

Triangulace je v současnosti nejpoužívanější technikou optického měření. Přesto, že se jednotlivé varianty zdají velmi odlišné, jsou založené na stejných principech. Rozlišujeme tyto nejdůležitější techniky:

- aktivní triangulace
- pasivní triangulace
- měřicí systémy s teodolitem
- fokusovací techniky
- techniky "podoba ze stínování"

4.1.1. Aktivní triangulace

Techniky aktivní triangulace spočívají ve fotogrammetrické rekonstrukci snímaného objektu nasvícením jeho povrchu světelným zdrojem a současným snímáním CCD snímačem.

Zdroj světla spolu se snímačem a osvětleným bodem na zkoumaném objektu tvoří tzv. triangulační trojúhelník (Obr. 6). Spojnici světelný zdroj - snímač nazýváme triangulační bází (základnou). Na straně zdroje je úhel svíraný s triangulační bází neměnný, kdežto na straně snímače je úhel určen proměnnou pozicí vysvíceného bodu CCD snímače. Z velikosti tohoto úhlu a na základě znalosti triangulační báze lze určit z-ovou souřadnici objektu.



Obr. 6. Triangulační trojúhelník (1D triangulace)

Triangulační trojúhelník (1D triangulace)

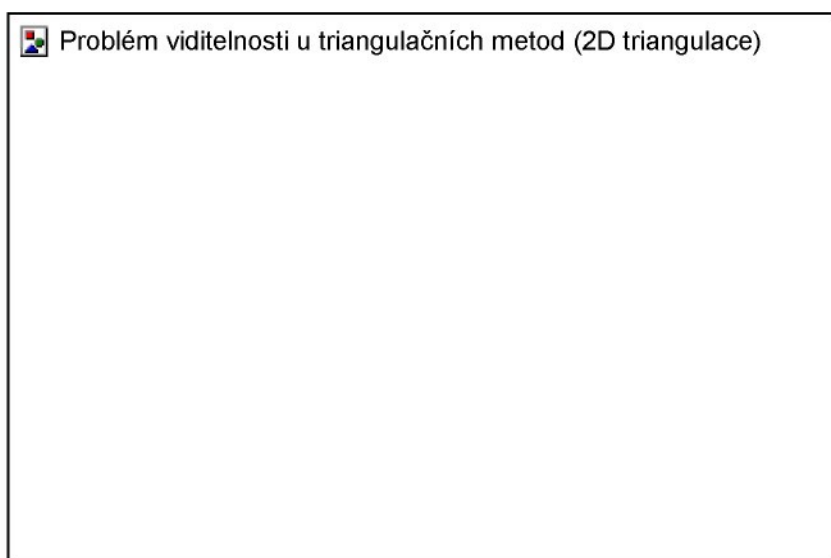
K označení povrchu se používá:

- světelný paprsek (1D triangulace),
- světelný pruh (2D triangulace),
- strukturovaný světelný svazek (3D triangulace).

Jistou nevýhodou triangulačních metod je to, že díky konkavitám v měřeném objektu nemusí být promítaný bod, pruh či vzor vždy viditelný, a tedy nelze v tomto místě nic říci o povrchu objektu.

Na Obr. 7. je rovina proužku vytvořena laserem a scénu snímá kamera. Šedé plošky na obrázku znázorňují oblast, kterou kamera nevidí. Dolní část koule není zase osvětlena rovinou z laseru. Jisté problémy mohou činit také povrchy, které jsou téměř rovnoběžné s rovinou proužku. Tyto povrchy budou na snímku špatně zřetelné.

Použijeme-li strukturovaný světelný svazek, je celý objekt označen najednou, což je velká výhoda oproti metodám 1D a 2D triangulace, kdy je třeba pracně a zdlouhavě skenovat scénu.

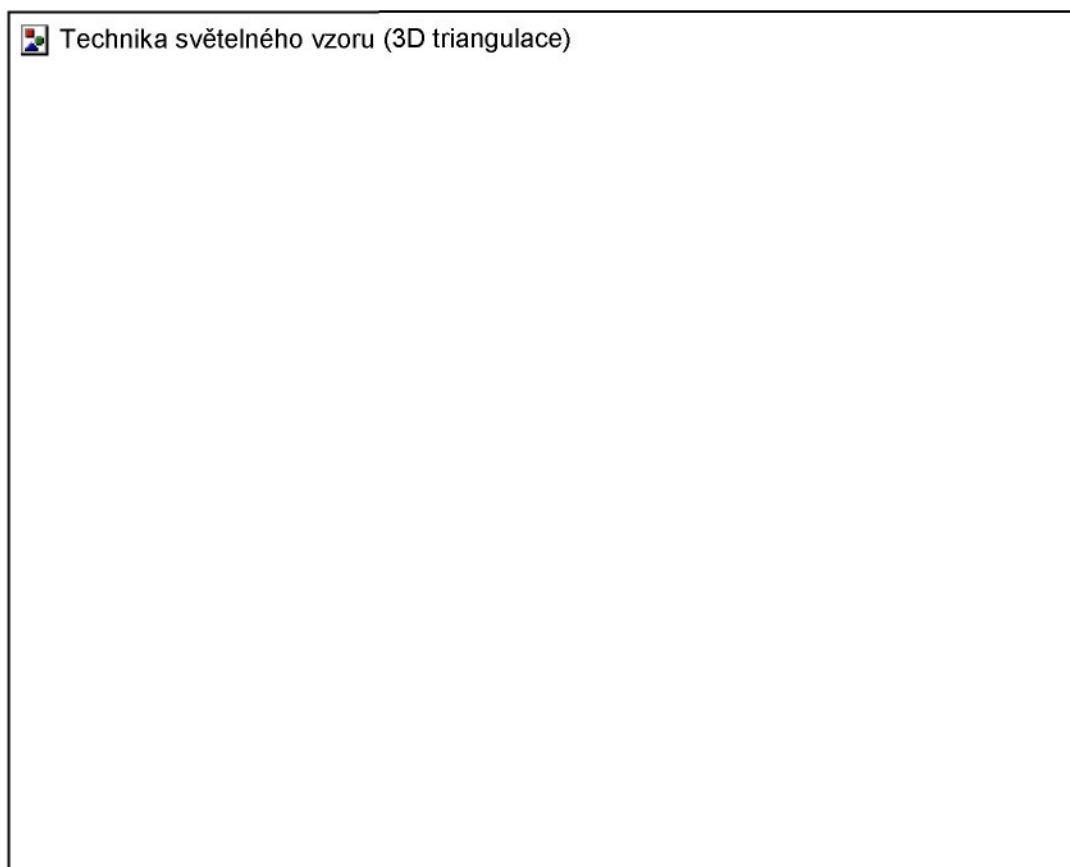


Obr. 7. Problém viditelnosti u triangulačních metod (2D triangulace)

Mezi techniky založené na 3D triangulaci patří:

- technika moiré,
- technika světelného vzoru,
- technika barevného kódu,
- technika fázového posuvu.

Obr. 8. naznačuje jednu z možností 3D triangulace, kdy je na trojrozměrný objekt promítnut vzor (např. pruhy či mřížka). Podle deformací vzoru na objektu lze určit tvar objektu.



Obr. 8. Technika světelného vzoru (3D triangulace)

4.1.2 Pasivní triangulace

Pasivní triangulační techniky zahrnují v podstatě různé formy digitální fotogrammetrie. "Pasivní" znamená, že není uvažováno geometrické uspořádání osvětlení. Používají se tyto základní metody:

- více kamer se známou orientací,
- více kamer se samokalibrací,
- jedna kamera v různých polohách se samokalibrací.

U dynamických systémů se často aplikuje více kamer a využívá se znalosti relativních poloh nebo samokalibrujících se metod. Pro statické scény se používá jedna kamera, která získá snímky ze dvou a více různých pohledů.

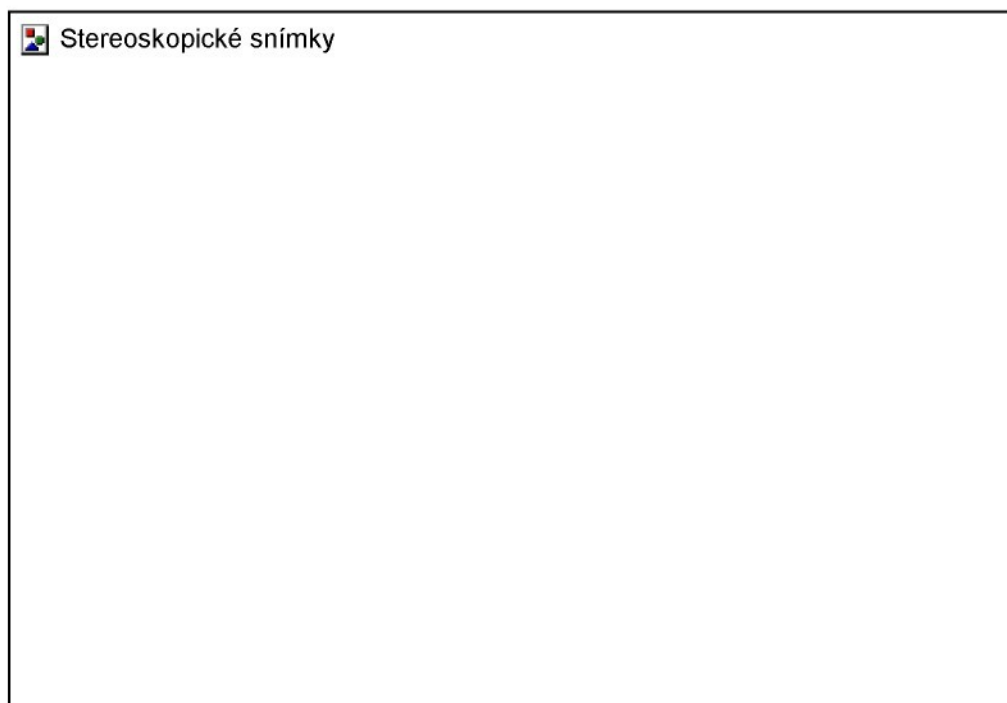
U technik se samokalibrací nemusí být dopředu známa poloha kamery (kamer), ale přímo ze snímků (více pohledů jedné kamery nebo více kamer) je určeno relativní umístění kamery (kamer) vzhledem k měřenému objektu (scéně) či vzájemná poloha kamer. Pro tyto účely je vhodné vložit do scény kalibrační předmět (předmět známých rozměrů většinou doplněn o definovaný vzor). Tento předmět je pak třeba nalézt v jednotlivých snímcích a z natočení a změny měřítka předmětu jsou určeny všechny potřebné parametry pro měření.

Jednoduchou a často používanou technikou je stereovidění, což je speciální podskupina metod s více kamerami.[5]

4.2.Stereovidění

Lidské oko vytváří středový obraz pozorovaného předmětu na sítnici. Pokud pozorujeme předměty oběma očima, vidíme je prostorově nebo stereoskopicky. Je to dáno tím, že pravé a levé oko vytváří na sítnici vždy samostatný obraz. Tyto obrazy jsou odlišné. Sdružené zorné paprsky se protínají v příslušném bodě v prostoru. Techniky založené na stereovidění se snaží napodobit lidský zrakový systém. Místo očí používají dva snímače (CCD kamery) s rovnoběžnými optickými osami, jejichž vzájemná vzdálenost středů je asi 65 mm (přibližně stejná jako vzdálenost očí). Získají tak dva stereoskopické snímky.

Stereoskopické snímky jsou dva perspektivní obrazy. Důležitý je úhel, který svírají oba sdružené paprsky, tzv. úhlová paralaxa (viz. úhel γ na Obr. 9.). Bod P je měřený bod a body L a R jsou ohniska kamer. Pro body bližší pozorovateli je paralaxa větší než pro body vzdálenější. Aby se prostorové vidění náležitě uplatnilo, nesmí její velikost klesnout pod určité minimum.



Obr. 9. Stereoskopické snímky

Jestliže se nám podaří k bodu P ve snímku z levé kamery najít odpovídající bod v pravém snímku, lze souřadnice x, y, z bodu P určit podle vztahů:



kde $2d$ je vzdálenost mezi optickými osami kamer,

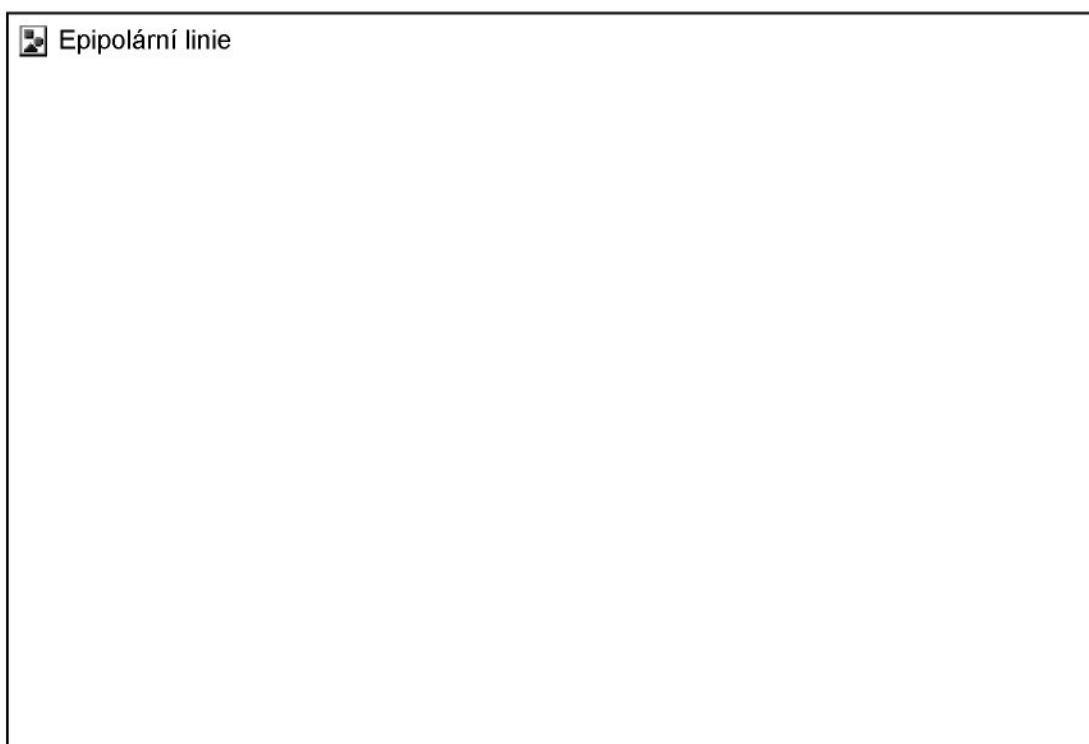
f je jejich ohnisková vzdálenost,

x_L a x_P jsou souřadnice řešeného bodu v obrazové rovině $z = 0$.

Rozdíl $x_L - x_P$ se označuje jako horizontální paralaxa.

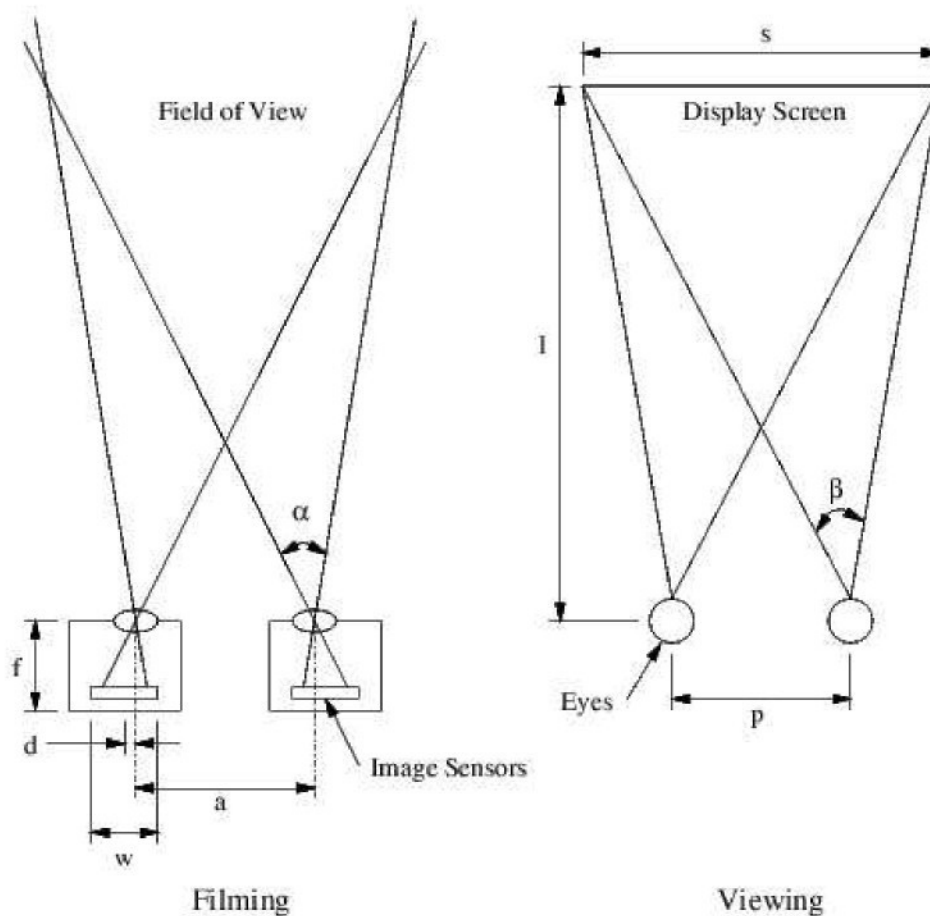
Tyto vztahy platí pouze pro nejjednodušší případ, kdy jsou optické osy kamer rovnoběžné s osou z souřadnicového systému, ohnisková vzdálenost levé i pravé kamery je stejná a obrazové roviny obou kamer leží v rovině $z = 0$. Stereovidení však lze použít i v případech, kdy se nepodaří dodržet všechny dané požadavky. Pak je ale nutné převést tyto případy na nejjednodušší, a to pomocí korekčních vztahů.

Korespondenční problém automatického nalezení bodu v obrazech levé i pravé kamery je zjednodušen tím, že odpovídající body musí ležet na epipoláře (epipolární linie). Je-li určitý bod nalezen na snímku z jedné kamery, leží stejný bod na druhé kameře na úsečce (viz. Obr. 10.), která vznikne jako průmět myšlené spojnice "ohnisko kamery - nalezený bod ve snímku - označený bod na objektu - nekonečno" do obrazové roviny druhé kamery. Bod po bodu lze pak ze dvou daných sdružených stereoskopických snímků určit celý geometrický prostor.[2]



Obr. 10. Epipolární linie

Stereoskopický obraz navozuje dojem hloubky a plastičnosti scény a tím emuluje pohled skutečného pozorovatele.



Obr.11. Znázornění nastavení kamer v závislosti na pozorovateli

Ideální nastavení obou kamer v závislosti na pozorovateli ukazuje obr.11. V ideálním případě platí tyto rovnice:

$$p = a$$

Vzdálenost ohnisek čoček obou kamer musí být stejná jako vzdálenost očí pozorovatele. Podle obr. 11. je jasné, že splnit tuto podmínku je téměř nemožné. Jestliže kamera je cca. 10 cm široká, bude vzdálenost mezi oběma čočkami také 10 cm. Navíc obě kamery s největší pravděpodobností nebude možné umístit tak blízko sebe, kvůli kabelům, které se většinou připojují z boku kamery. Větší vzdálenost čoček má za následek přehnanou informaci o hloubce scény ve výsledném prostorovém vjemu.

$$\alpha = \beta$$

Zorný úhel kamery musí být stejný jako zorný úhel pozorovatelova oka. Zorný úhel lze ovlivnit pomocí zoomu na kameře. Pochopitelně je nutné nastavit na obou

kamerách zoom stejně (což se asi nijak rozumně nepodaří). Nejlepší je nastavit na obou kamerách stejně zoom do některé z krajních poloh. Podle obr.11 je to nejjistější způsob jak zajistit stejný zorný úhel pro obě kamery.

Dále musí platit rovnice $f / l = w / s = 2d / p$

Z obrázku je zřejmé, že kamery musí být umístěny paralelně v jedné rovině vzhledem ke snímané scéně.

Obě kamery musí být shodně zaostřeny na snímanou scénu. Zde záleží na konkrétních kamerách, zda se víc osvědčí automatické nebo ruční ostření. Také připadá v úvahu varianta, kdy se jedna kamera zaostří podle informací získaných z kamery druhé.

Hawkins na základě této teorie zkonstruoval držák pro dvě kamery, který lze použít s běžným stativem. (viz.obr. 12. pod textem). Držák umožňuje měnit vzdálenost mezi čočkami obou kamer od 115mm do 200mm (záleží na konkrétních použitých typech kamer) a dovoluje natáčet kamery v rozmezí +/- 15 úhlových stupňů od přímého směru.[6]



Obr. 12. Držák pro dvě kamery



Obr. 13. Kamery používané pro stereosnímání

4.3.Počítačové vidění

Počítačové vidění je disciplína, která se snaží technickými prostředky aspoň částečně napodobit lidské vidění. Pro počítačové vidění je typická snaha porozumět obecné trojrozměrné scéně, např. takové, jakou zahlédnete při pohledu z okna do zahrady. Postupy počítačového vidění jsou značně složité, s těžištěm v interpretaci obrazových dat, která jsou nejčastěji reprezentována symbolicky. Jádrem pokročilejších postupů jsou znalostní

systemy a techniky umělé inteligence. Této části počítačového vidění se říká vyšší úroveň. Druhou částí je nižší úroveň.

Cílem nižší úrovně je analyzovat vstupní dvojrozměrná obrazová data číselného charakteru a najít kvalitativní symbolickou informaci potřebnou pro vyšší úroveň. Pro nižší úroveň se také používá název zpracování obrazu počítačem.

Předmětem zpracování a případné rozpoznání obrazu je obrazová informace o reálném světě, která do počítače vstupuje nejčastěji televizní kamerou. Počítačové vidění řeší úlohu vytvoření explicitního popisu fyzikálních objektů v obraze.

Ve zpracování obrazu se dá rozlišit několik úrovní. Na nejvyšší úrovni jde o proces porozumění. Představme si např. úlohu automatického vyhodnocení rentgenového snímku srdce. Zpracování je jednat ovlivněno cílem - snahou najít chorobu zasaženou část srdeční stěny včetně možných příčin onemocnění, a na druhé straně souhrnem předběžných znalostí a zkušeností v této problematice.

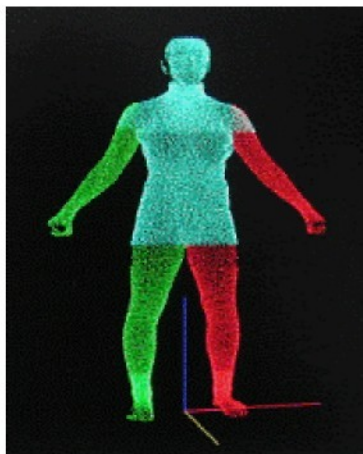
Postup zpracování a rozpoznávání obrazu se daří rozložit do posloupnosti základních kroků:

- snímání a digitalizace a uložení obrazu v počítači,
- předzpracování,
- segmentace obrazu na objekty,
- popis objektů,
- porozumění obsahu obrazu (klasifikace objektů).

Při posuzování algoritmů počítačového vidění se berou v úvahu jejich časové a paměťové požadavky.

Snímání a digitalizace

Při snímání se převádějí vstupní optické veličiny na elektrický signál spojitý v čase i úrovni. Vstupní informací může být jas (z TV kamery, scanneru), intenzita rentgenového záření, ultrazvuk, tepelné záření aj. Snímat se může v jednom nebo více spektrálních pásmech. Pro barevné snímání stačí tři spektrální složky - červená, zelená a modrá



Obr. 13. Použití tří spektrálních složek při snímání

Digitalizací se převádí vstupní spojitý signál odpovídající monochromatickému obrazu do diskrétního tvaru. Vstupní analogový signál je popsán funkcí $f(i,j)$ dvou proměnných - souřadnic v obraze. Funkční hodnota odpovídá např. jasů. Vstupní signál je vzorkován a kvantován. výsledkem je matice přirozených čísel popisujících obraz. Jednomu prvku matice se říká obrazový element (picture element - pixel). Z hlediska zpracování obrazu jde o dále nedělitelnou jednotku.

Předzpracování obrazu

Cílem je potlačit šum a zkreslení vzniklé při digitalizaci a přenosu dat. Jindy se předzpracování snaží zvýraznit určité rysy obrazu podstatné pro další zpracování. Příkladem může být hledání hran v obraze, tj. obrazových bodů (pixelů) s vysokými hodnotami velikosti gradientu obrazové funkce.

Segmentace

Asi nejtěžší krok postupu zpracování je segmentace, která dovolí v obraze najít objekty. Za objekty se považují ty části obrazu, které nás z hlediska dalšího zpracování zajímají. Při segmentaci se tedy zhusta využívá znalosti interpretace obrazu.

Popis nalezených objektů

Lze je popsat buď kvantitativně pomocí souboru číselných charakteristik a/nebo kvalitativně pomocí relací mezi objekty. Způsob popisu objektů je ovlivněn tím, na co se popis bude používat. Za krajně jednoduchý popis objektů lze považovat např. stanovení velikosti (plochy) objektů, tj. počet jemu odpovídajících obrazových bodů v obraze.

Ve velmi jednoduchém případě můžeme za porozumění považovat klasifikaci objektů v obraze podle jejich velikosti. Jen o málo složitější je klasifikace objektů do několika předem známých tříd, např. na hranaté a kulaté. V obecném případě představuje porozumění interpretaci obrazových dat, o kterých se předem nic nepředpokládá. Porozumění obrazu je potom založeno na znalosti, cílech, tvorbě plánu k jejich dosažení a využití zpětných vazeb mezi různými úrovněmi zpracování.[4]

5. Digitální fotografie

Digitální fotoaparáty používají narozdíl od klasických přístrojů záznam obrazu elektronickými prvky zvanými CCD (*Charge Coupled Device*). Samotný princip fotografování je shodný, světlo odražené od předmětu projde objektivem do ohniskové roviny, kde ale místo na fotocitlivou vrstvu dopadne na mikroelektronické součástky (CCD), které intenzitu dopadajícího světla přemění na napěťový signál. Velikost napětí je binárně uložena a nese tak informaci o jednotlivých pixelech budoucí fotografie. Rozlišení výsledné fotografie je ovlivněno velikostí a kvalitou matice CCD prvků.

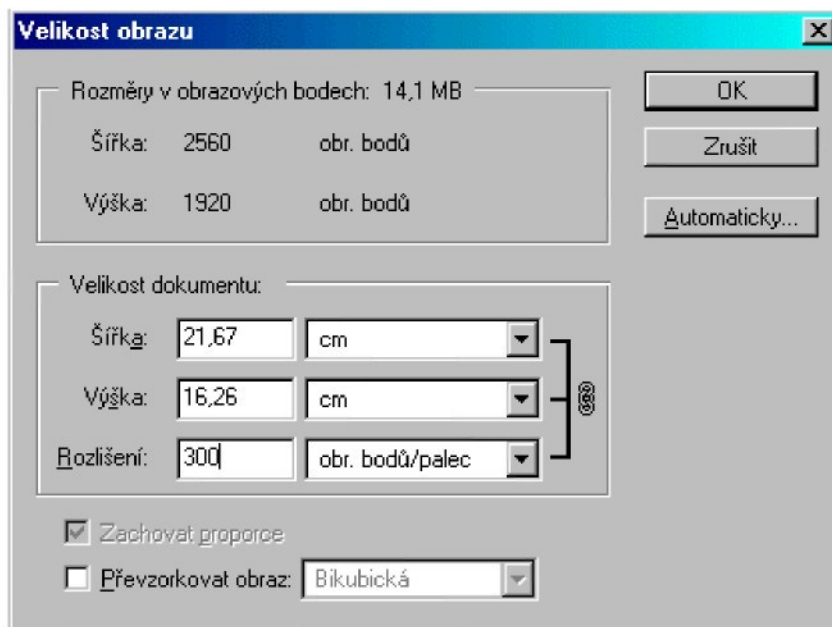
5.1. Rozlišení digitálního fotoaparátu

Digitální fotoaparát používá pro záznam obrazu snímač, který má přesně dané rozlišení. Toto rozlišení určuje, z kolika jednotlivých bodů se skládá výsledná digitální fotografie. Výrobce rozlišení snímače udává buď jako dvojici čísel (např. 1600 x 1200) či číslem jediným (např. 1,92 mil. bodů neboli 1,92 Mp). Pokud fotoaparát používá formát fotografií 4:3, tak počet bodů na řádce vypočítáte následovně:

$X = \sqrt[4/3]{\text{celkový počet bodů}}$

Pokud by byl náhodou poměr stran 3:2, což je nepravděpodobné, stačí adekvátně upravit vzorec. Jestliže nevycházejí rozumné výsledky, chyba není ve vzorci, nýbrž v zaokrouhlení údajů od výrobce.

Důležité je že, toto rozlišení udává, kolik je ve snímku zaznamenáno obrazové informace. Jde tedy o nejdůležitější údaj, ze kterého musíte vždy vycházet. Kolik bodů má libovolný obrázek, nám řekne každý grafický editor. Například v Adobe Photoshopu tuto informaci zjistíte při použití příkazu **Obráz - Velikost obrazu**. (viz. Obr. 14.)



Obr. 14. Změna rozlišení (dpi) u fotografie v Adobe Photoshopu

5.2. Rozlišení snímku

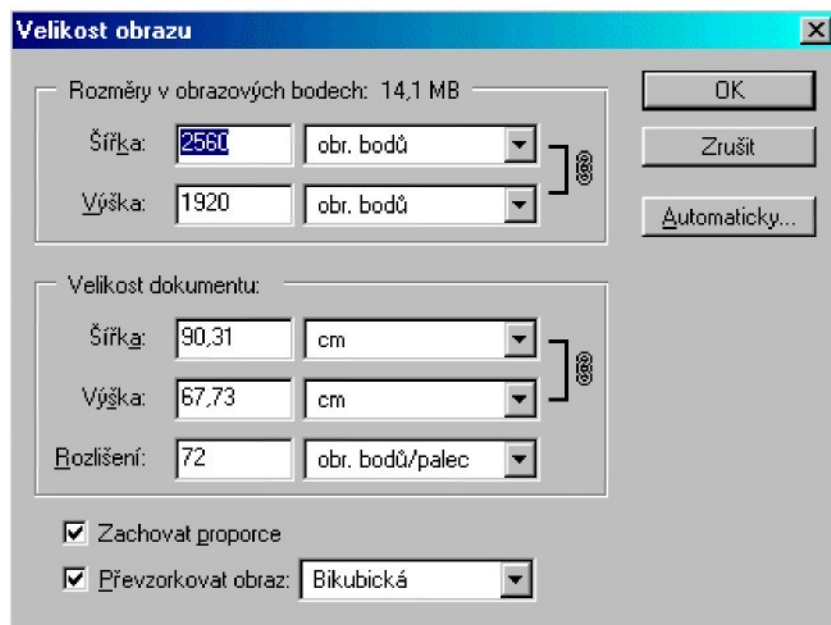
Pokud digitální fotografie opustí digitální fotoaparát a má s ní být dále manipulováno, je nutné ji doplnit informací o tom, jak s jednotlivými body zacházet. Tato informace se označuje jako rozlišení a je udávána v Dpi neboli v bodech na palec.

Pokud se provádí tisk fotografií na inkoustové tiskárně je zapotřebí sdělit programu, ze kterého tiskneme, jak velká má fotografie na papíru být. To lze provést dvěma způsoby, přičemž oba vedou ke stejnému výsledku:

- 1) První cestou je zadání, s jakým rozlišením se má fotografie tisknout. Pokud se řekne, že tisk bude při 300 Dpi, pak fotografie s 1600 x 1200 body bude mít rozměr 13,5 x 10,1 cm. Vzorec pro výpočet je poměrně jednoduchý:

$$\text{Délka linky v cm} = (\text{počet bodů na řádce / dpi}) * 2,54$$

- 2) Druhou možností je programu sdělit požadovaný rozměr a on si dopočítá rozlišení v Dpi. Tato operace se provádí i při zobrazení na monitoru či displeji s tím, že rozlišení monitoru je typicky 72 nebo 92 Dpi. A to je také údaj, který většinou digitální fotoaparáty do fotografie vkládají jako výchozí hodnotu. Snadno ji můžete změnit ve většině grafických editorů a to bez ztráty kvality či zlepšení fotografie.



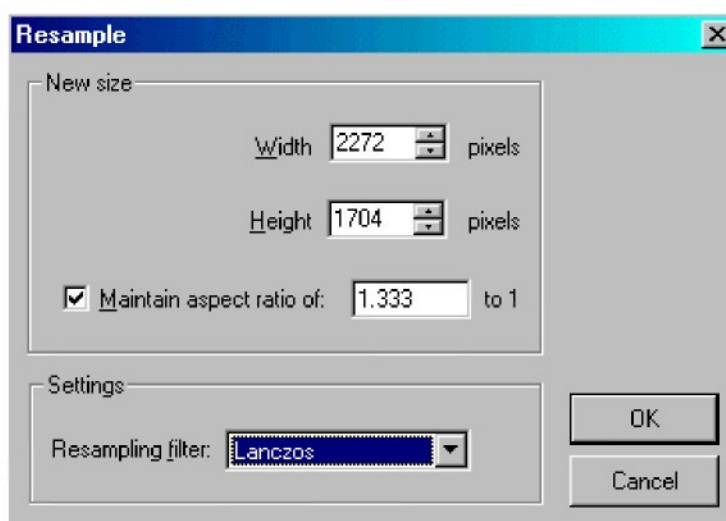
Obr. 15. Změna počtu bodů fotografie v Adobe Photoshopu

5.3. Manipulace s rozlišením fotografií

Uložením snímku do paměti, určujeme jeho obrazovou kvalitu. Následně jej můžeme doostřovat, barevně korigovat či jinak vylepšovat, ale obrazovou informaci již nezlepšíme. Ta je dána rozlišením snímáče a kvalitou fotoaparátu. Při každé úpravě rozlišení je potřeba

dávat pozor na to, zda měníme počet bodů či pouze doplňkovou informaci o tom, jak se má s body zacházet.

V prvním případě jde o takzvaný přepočítání fotografie, či interpolaci, či extrapolaci. Při tomto procesu grafický editor změní počet bodů fotografie dle požadavků uživatele. Bud' některé body vymaže nebo přidá. Jde o nevratnou změnu ve fotografii. Například v Adobe Photoshopu se tato operace provádí v již zmíněné položce menu Obraz - Velikost obrazu, pokud je zaškrtnuta volba "Převzorkovat obraz".



Obr. 16. Přepočítání počtu bodů v ACDSee

Druhou možností je pouze změna údaje o rozlišení tzv. Dpi. Ta nijak nemění fotografii samotnou, takže se dá kdykoli vrátit či znovu změnit bez vlivu na obrazovou informaci ve snímku. Tato operace se provádí v Adobe Photoshopu ve stejné položce menu, pokud je volba "Převzorkovat obraz" vypnuta.[7]

6. Fotogrammetrie a oděvní průmysl

Fotogrammetrie od svého vzniku v polovině 19. století prodělala dlouhý vývoj. Změny v technologii i technice byly pozvolné až do 80. let minulého století. Vývoj výkonné a výpočetní techniky a zejména osobních počítačů znamenal tak jako v mnoha odvětvích významné technologické změny a způsobil převratný rozvoj oboru. I v oděvním průmyslu by fotogrammetrie své uplatnění našla a to v případě, že by se fotogrammetrickou metodou snímaly postavy a poté vyhodnotily v patřičném programu (např. Adobe Photoshop).

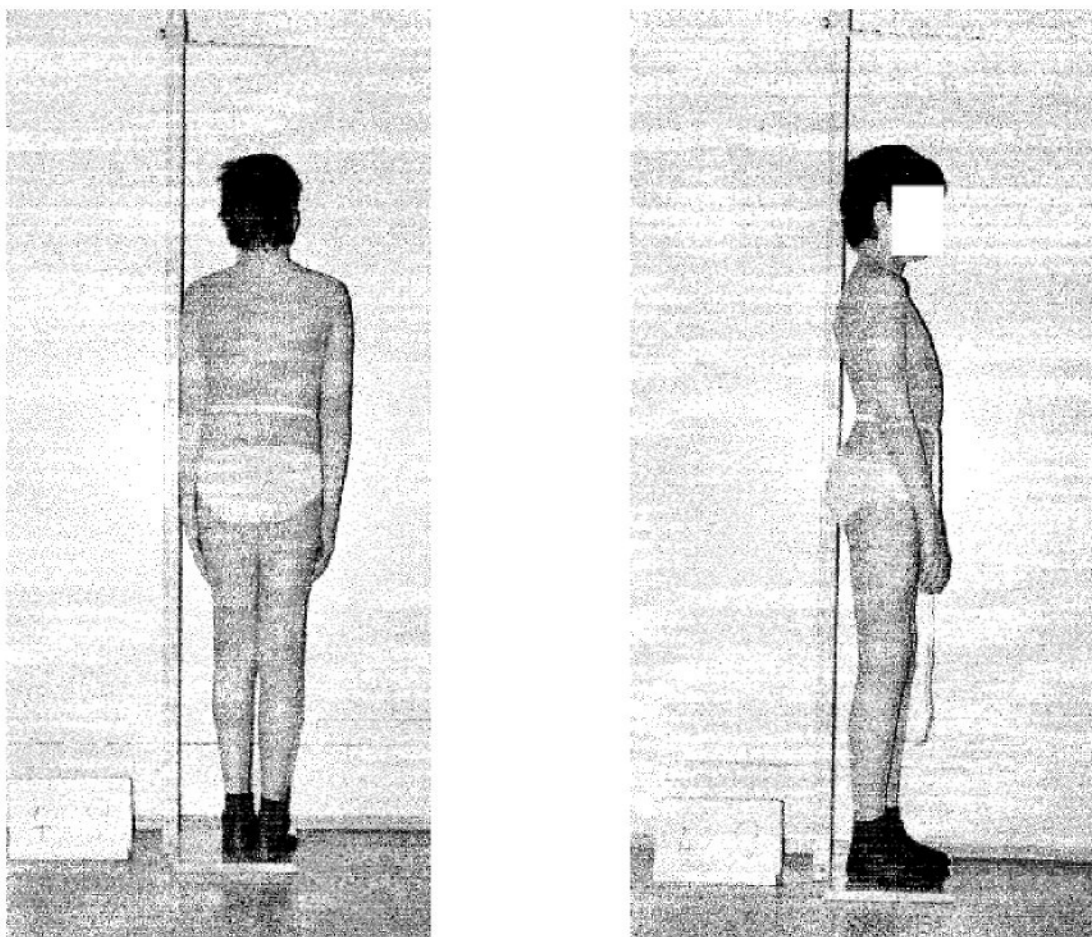
6.1. Fotogrammetrická metoda

Tradiční fotogrammetrie vychází z fotogrammetrického záznamu. Fotografický záznam lze provádět klasicky formou analogové světlocitlivé vrstvy (běžná fotografie) nebo digitálně. Pro získání obrazu lze užít rozličných zařízení s různou výstupní přesností. V dnešní době se používají kvalitní digitální fotoaparáty s vysokým rozlišením a tím získáním velmi kvalitního snímku.

Tato metoda měření tělesných rozměrů je již prozkoumána v bakalářské práci *164/00 Renaty Stejskalové*.

Pro tento experiment byl použit běžný fotoaparát s bleskem s ohniskovou vzdáleností 50 cm. Jako fotomateriál byl použit černobílý film. Fotografovaná osoba ve spodním prádle bez obuvi byla snímána ze dvou úhlů, a to pohledem ze zadu a pohledem z boku.

Důležitým prvkem při snímání postavy touto metodou byl antropometr, který sloužil jako kalibrační bod na vzniklé fotografii. Toho je dosaženo tím, že jsou na tyči označeny dva orientační body ve vzdálenosti 180 cm. Dolní orientační bod je umístěn ve výšce postavce. Druhý bod je umístěn svisle nad dolním bodem ve výšce 180 cm. Snímek byl pořízen ve vzdálenosti 3,5m.



Obr. 17. Způsob postavení probanta při snímání

Při snímání ze zadu a z boku stojí probant na podložce antropometru a to buď zády k tyči, která je v zákrytu se středovou osou těla a tím tělo dělí na dvě symetrické části, nebo bokem ke svislé tyči.

Snímky byly na fotografickém materiálu, které byly u speciální firmy vyvolány a po té naskenovány na speciálním scanneru, umožňujícím snímání fotografií z negativu a spolupracuje s programem Adobe Photoshop 4.0. V tomto programu, vlastní měření zvolených rozměrů, jde provést prostřednictvím panelu nástrojů. Tento panel umožňuje umístit vodítko v podobě čáry do jakékoliv části obrazu. Vodítka jsou vytahována z pravítka ve svislém a vodorovném směru.

Podstatou tohoto snímání je získání **délkových a šířkových rozměrů**. Proto je třeba hned v první fázi určit velikost měřítka pro přepočet naměřených hodnot. K tomu slouží právě sesnímaný antropometr u kterého je probant focen. Umístěním vodorovných pravítek do označených bodů na antropometru lze potom jednoduše vypočítat hodnotu. Přesným umístěním vodítek a počátku pravítka je možnost snadného odečtení hodnoty na svislém

pravítku.(viz. příloha č.3.) Obdobným způsobem postupujeme při měření tělesých rozměrů probanta. [9]

Přepočet naměřených hodnot na hodnoty skutečné:

Vzdálenost naměřená mezi dvěma orientačními body.....260 jednotek

Naměřená velikost šířky zad.....65 jednotek

260 jednotek 180 cm (skutečnost)

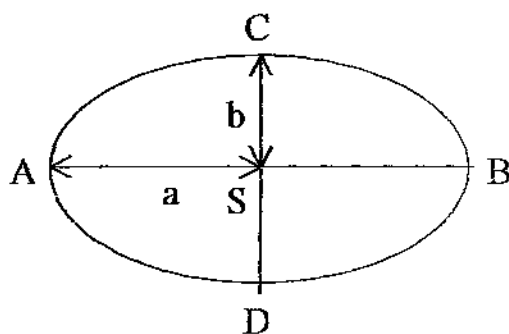
65 jednotek x cm (skutečnost)

$$65:260 = x : 180$$

$$x = 45 \text{ cm} \Rightarrow \text{skutečná šířka zad je 45 cm}$$

Z těchto snímků však nelze zjistit **velikost obvodových rozměrů**, a proto je třeba stanovit určitou metodu výpočtu.

Budeme tedy vycházet z toho, že lidské tělo v průřezu má tvar elipsy a proto i nyní použijeme patřičné vzorce pro výpočet jejího obvodu.



/SA/ = a je hlavní poloosa

/SC/ = b je vedlejší poloosa

$$e = \sqrt{a^2 - b^2} \quad \text{délková výstřednost}$$

$\varepsilon = e/a$ číselné výstřednost

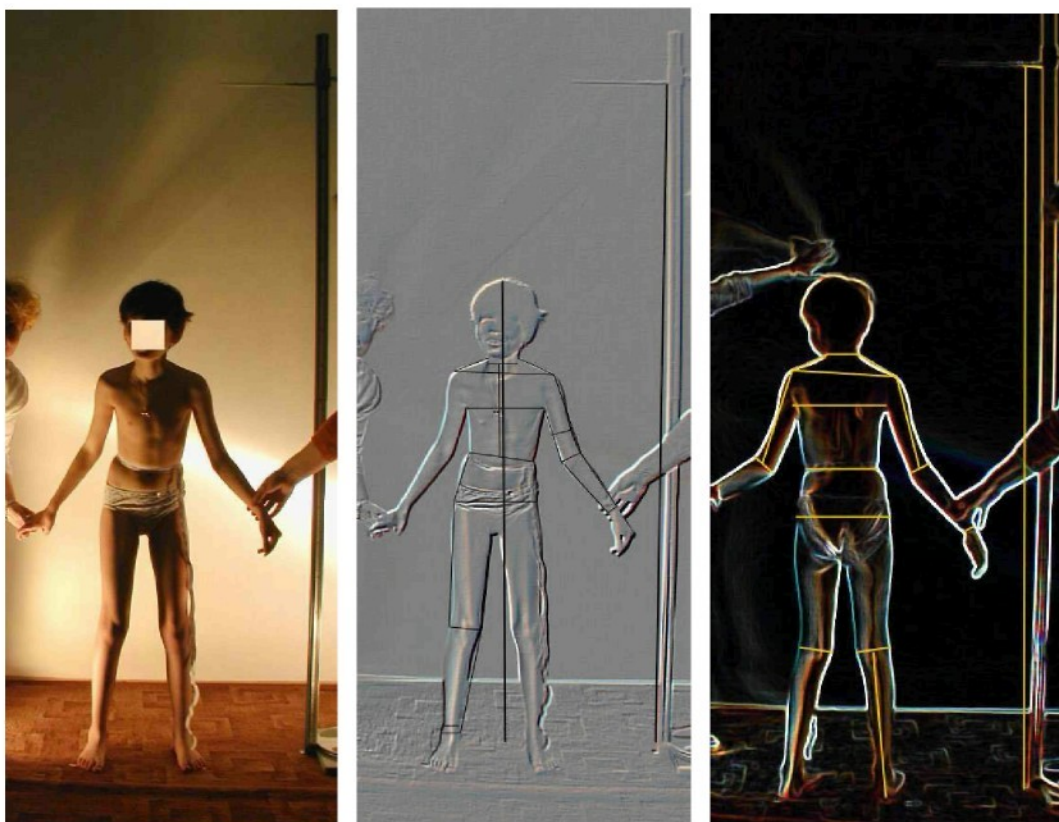
o obvod

P obsah

A platí že: $P = \pi ab$ $O = 4aE$

Pro obvod elipsy platí: $O = \pi [1,5(a+b) - \sqrt{ab}]$

Další možností jak dojít k proměření tělesných rozměrů je z počátku naprosto stejná. Opět dojde k vyfotografování měřeného probanta, ale již zpracování v programu je rozdílné.



a)

b)

c)

Obr.18. Stilizace obrazu a zobrazení míst měření

a) fotografický snímek

b) reliéf obrazu

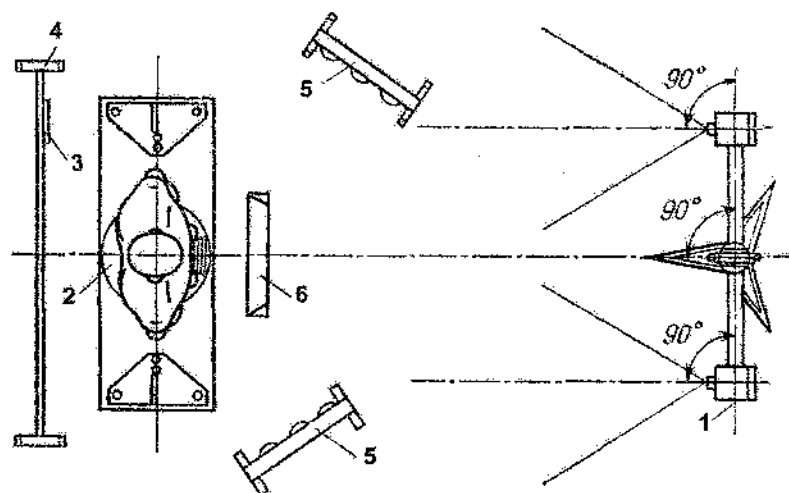
c) zářící obrisy obrazu

Z obrázků 3a a 3b je vidět, že se u obrysů postav vyskytují stíny, které mají další vliv na práci při proměřování obrazu. Jeví se některé cesty řešení propočtu na skutečné hodnoty, ale je to velmi pracné a pro možné řešení je třeba spolupráce s tvůrci programů. Velkou výhodou je také to, že použitím na místo klasického fotoaparátu, lze užít digitálního fotoaparátu, jehož propojením s počítačem lze snadněji dostat obrázek k dalšímu vyhodnocení přímo v počítači pomocí software Adobe Photoshop nebo CorelDRAW. [10]

6.2. Stereofotogrammetrická metoda

Stereofotogrammetrie umožňuje vyhodnocovat na základě stereoskopického vjemu. Stereoskopické pozorování a vyhodnocování fotogrammetrických snímků nazýváme stereoskopickým vjemem. Zdravý člověk je obdařen přirozeným stereoskopickým viděním, které je založeno na současném pozorování předmětu oběma očima. Pozorování stereoskopických snímků dává člověku vzácnou možnost automaticky určovat relativní vzdálenosti předmětů.

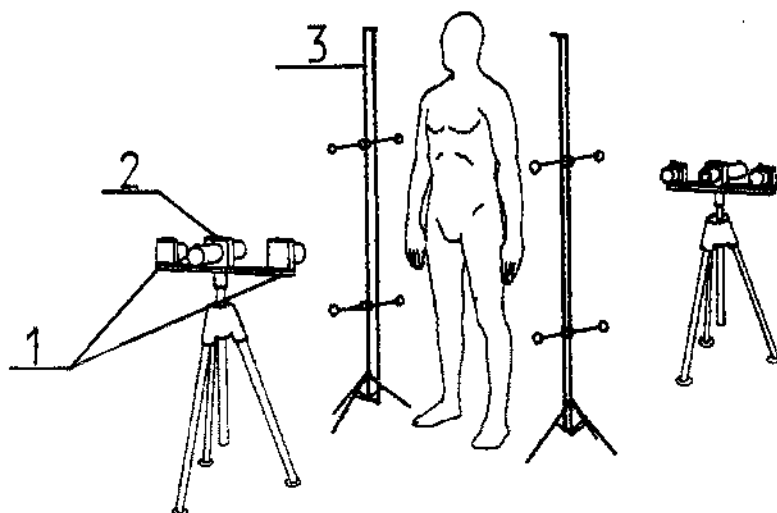
Využití stereofotogrammetrie našlo uplatnění při antropometrických výzkumech.



Obr.19. Schéma uspořádání pracoviště pro stereofotogrammetrické snímání postavy člověka

1-snímací kamery, 2- otočná platforma, 3 – číselná stupnice, 4 – ochranná stěna,

5,6- osvětlení [9]



Obr.19. Schéma uspořádání pro stereofotogrammetrické snímání postavy II.

1- osvětlení, 2 – kamery, 3 – číselná stupnice [8]

Stereofotogrammetrie patří mezi další bezdotykové způsoby zjišťování tělesných rozměrů, avšak své uplatnění v oděvním průmyslu zatím ještě nenašla. Tato metoda je poměrně náročná a při využití by byla potřeba kvalifikovaných pracovníků v oboru.

6.3. Využití v oděvním průmyslu

Tato metoda měření je dostatečně přesná a rychlá. Problémy mohou nastat snad jen v rozpoznání všech antropometrických bodů a linií na povrchu těla z důvodů horší čitelnosti na snímcích. V dnešní době mají digitální fotoaparáty takové rozlišení, že i tato nevýhoda pomalu odpadá.

V současnosti fotogrammetrie své uplatnění v oděvním průmyslu doposud nenašla. I když velké množství textilních firem bezkontaktní metody zjišťování tělesných rozměrů používají, ale jedná se především o zahraniční firmy a o použití tělesných laserových scannerů.

Pro zajímavost jsem uvedla alespoň některé z nich:

- PULS SCANNING SYSTÉM
- CYBERWARE
- TECMATH – HUMAN-SOLUTIONS
- HAMAMATSU
- TELMAT
- WICK and WILSON
- [TC]²

Uváděné firmy nabízejí 2D a 3D scannery, které jsou řešeny na principu:

- digitálních kamer
- optické triangulace
- laserové triangulace
- optické triangulace s infračerveným LED senzorem
- optické triangulace se strukturální světlem

Bezkontaktní způsob se zdánlivě jeví jako snazší a rychlejší díky dnešní technice, ale je daleko nákladnější a náročnější na přípravu měření. Výhodou je opakovaný návrat k obrazu a možnost doplňování informací o postavě.

7.Všeobecné použití fotogrammetrie:

Použití fotogrammetrie v architektuře a stavebnictví:

Při zaměřování stavebních objektů, pohledů i interiérů se dnes metod pozemní fotogrammetrie využívá velmi často. Poskytuje přehled o skutečném stavu objektu, o jeho poškozeních. Pořízené měřické snímky mají speciálně u stavebních památek značný dokumentační význam.

Pro zaměřování stavebních objektů lze využívat fotogrammetrii jednosnímkovou (tam kde jsou fasády rovinné) a plán zpracovat překreslením jednoho anebo více snímků. Při použití jednosnímkové fotogrammetrie je výhodné může-li být osa záběru měřické komory orientována alespoň přibližně kolmo k rovině zaměřovaného objektu. Vzhledem k tomu, že na fotoplánu někdy ne dost vhodně působí drobné výstupky (zapuštění okenních parapetů, římsy) doporučuje se použít překreslených snímků jako podkladu pro vyhotovení čárového plánu objektu.

Fotogrammetricky lze sledovat i deformace staveb při zatěžovacích zkouškách, při montáži stavebních dílců a uplatňuje se při navrhování staveb např. odvozováním konečných stavebních rozměrů stavebních dílů z navržených modelů (např. Olympijský stadion v Mnichově) a při měření deformací konstrukčních prvků z plechu, oceli anebo syntetických hmot.

Při měření deformací konstrukčních prvků se fotografuje na velmi krátké vzdálenosti, aby měřítko snímku bylo dostatečně velké a zaručilo požadovanou přesnost.

Původní oblastí kde byla fotogrammetrie využívána, je **odvětví bezpečnosti silničního provozu a kriminalistika**. Při stoupajícím dopravním ruchu, zvětšujících se rychlostech a hustotě provozu stoupá i počet dopravních nehod. Jejich zaměřování postupy, které dosud využívají dopravní inspektoráty, je zdlouhavé, někdy málo přesné a vždy se naruší plynulost dopravy. Proto se již před druhou světovou válkou začaly objevovat snahy pro zefektivnění metod měření. Pozemní fotogrammetrie se ukázala jako velmi vhodná a pro měření nehod byly konstruovány první dvojité měřické komory, se základnou 120 cm pro měření na silnicích a železnicích a se základnou 40 cm pro měření v kriminalistice.

Dvojitých měřických komor lze však využít i v řadě jiných aplikací. Pomocí nich lze pořizovat snímky např. při měření na hydrotechnických modelech a sledovat erozivní činnost vody, tvary proudnice apod.

Fotogrammetrie pozemní nachází stále více možností uplatnění v různých oborech ať už technických tak i vědních.

V glaciologii lze sledovat posuny ledovců, jejich rychlost, změny tvaru jazyku, vliv odtávání. Pro tyto účely se využívá stereofotogrammetrie jak s reálnou délkou základny, tak i základnou časovou. Sledovaná místa ledovce se fotografují v pravidelných

intervalech ze stanovisek, která leží mimo oblast pohybu a na ledovci se signalizuje řada sledovaných bodů.

V geologii lze využívat pozemních fotogrammetrických metod nejen v modelovém výzkumu, ale i při zaměřování rychlosti a objemu sesouvajících se hmot v přírodě.

Sledování dráhy letu při startu a přistání letadel je další oblastí, v níž se fotogrammetrie využívá. Obvykle se pro tento účel používá speciálních komor, ale na Technické univerzitě v Drážďanech byl opracován postup umožňující řešení tohoto problému. Základem navrhovaného způsobu je využití fotografického materiálu citlivého na infračervené paprsky. Při fotografování je třeba dodržet rovnoběžnost roviny dráhy letadla a roviny snímku a na trup letadla se namontuje zdroj infračerveného záření.

V lékařství a příbuzných oborech se fotogrammetrie také velmi dobře uplatňuje. Např. při sledování pooperačních stavů, v rentgenologii se konstruuje speciální dvojité komory.

Ve strojnictví lze využít pozemní fotogrammetrie pro určování rozměrů součástí obráběných na číslicově řízených obráběcích strojích.

Také **v podzemí** lze pozemní fotogrammetrii využívat zejména pro sledování průjezdných profilů v tunelech, příčných řezů sklepními prostory, jeskyněmi menších rozměrů, šachet v dolech apod. Využívá se jednosnímkové fotogrammetrie. [1]

8. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vypracovat studii o fotogrammetrii a jejím využití při aplikacích v oděvním průmyslu.

Od jiných měřických metod se fotogrammetrie liší hlavně tím, že sběr a měření informací se neprovádí na samotném předmětu měření, ale na měřických snímcích. Snímky lze pořídit v poměrně krátké době, takže je na nich zobrazen okamžitý stav předmětu. Proměrování se pak provádí nezávisle v laboratořích, v klidném a moderním pracovním prostředí.

Bakalářská práce je rozdělena do několika částí. V první části je popsáno základní rozdělení fotogrammetrie a metody dělení sesnímaných ploch používaných při dalším možném zpracování snímků.

Druhá část je zaměřená na možnosti optického měření, které tvoří velmi podstatnou část tohoto vědního oboru. Obzvláště důležité je stereovidění, které odpovídá lidskému zraku. Místo očí jsou používány dvě kamery.

V poslední části je uvedena metoda fotogrammetrická a stereofotogrammetrická a její možnosti při zjišťování tělesných rozměrů. Tyto metody našly největší uplatnění, když se soustředíme na kontakt s lidským tělem, při antropologických výzkumech. Právě antropologie spolupracuje s výrobou v lehkém průmyslu. V oděvním průmyslu se zhotovují výrobky na neznámé zákazníky a proto je potřeba vědět, kolik velikostí má od každého výrobku vyrobit. K tomu potřebuje znát tělesné rozměry a jejich rozdělení do všech věkových skupin celé naší populace.

Fotogrammetrické metody zjišťování tělesných rozměrů by se daly aplikovat v oděvním průmyslu zvláště dnes, kdy se stále více rozmáhá hotovení oděvů na míru. Nevýhodou je však to, že čas ušetřený při snímání probanta, je vynaložený v propočtu získaných rozměrů do skutečných velikostí.

Bezkontaktní snímací systémy v českém oděvním průmyslu nejsou rozšířeny, kvůli vysokým finančním nákladům. Jejich vývoj je prozatím soustředěn do zahraničí a to především na principu tělesných scannerů.

Předložená bakalářská práce podává základní přehled dané problematiky.

9. Seznam použité literatury

- [1] Doc. Ing. Josef Šmidrkal, CSc. : Fotogrammetrie I. – Teoretické základy, vydalo České vysoké učení technické v Praze, Praha 1985
- [2] Dr. Ing. Karel Pavelka – Fotogrammetrie, Západočeská univerzita v Plzni, 2003
- [3] www.gis.cz
- [4] [http:// www.grafika.cz](http://www.grafika.cz)
- [5] <http://www.elektrorevue.cz>
- [6] www.fi.muni.cz/liska/stereo
- [7] <http://www.fotostar.cz>
- [8] <http://darwin.nap.edu/books/POD267/html/5.html>
- [9] Bakalářská práce 164/00 Renáta Stejskalová
- [10] Příspěvek na V. doktorandskou konferenci „ Aplikovaná Antropologie“
„ Co má společného oděvní průmysl a antropologie“
Marie Nejedly, Ing. Mgr.

10. Seznam příloh

Příloha č.1.....Historie fotogrammetrie

Příloha č. 2.....Systém Topol

Příloha č.3.....Rekonstrukce lidské tváře

Příloha č.4.....Rastrový obrázek z digitálního fotoaparátu