

Optical Flow – Lucas-Kanade method

Kamil Adamišín, Michal Budiš, Jakub Karľa
Technická univerzita v Košiciach

Popis algoritmu Lucas-Kanade

Algoritmus Lucas-Kanade je metóda, ktorá bola vyvinutá dvojicou Bruce D. Lucas a Takeo Kanade. Lucas-Kanade sa zaraďuje k diferenciálnym metódam na odhad optického toku. Pri odhade sa predpokladá, že optický tok je konštantný v akomsi lokálnom ohraničení uvažovaného pixelu, kde algoritmus rieši základne rovnice optického toku pre všetky pixely sústredené v tomto lokálnom ohraničení podľa metódy najmenších štvorcov. Kombináciu informácií z blízkyh pixelov algoritmus Lucas-Kanade môže jednoducho vyriešiť nejednoznačnú rovnicu skúmaného optického toku.

Výhodou algoritmu je, že je menej citlivý na možný obrazový šum než iné metódy teda algoritmy, ktoré sa problematikou zaoberajú. Nevýhodou je však fakt, že ide o lokálnu metódu. Tým pádom Lucas-Kanada nemôže poskytovať informácie o optickom toku v jednotlivých oblastiach obrazov.

Keďže ako už sme spomínali, tento algoritmus predpokladá, že v lokálnom ohraničení resp. minimálne medzi dvoma blízkyimi bodmi je konštantný alebo veľmi malý posun obrazu. Možno teda predpokladať, že rovnica pre optický tok bude platiť pre všetky pixely v okolí uvažovaného bodu, teda stredom, nášho lokálneho ohraničenia.

Optický tok

Optický tok je akýsi vzor pohybu obrazov a objektov medzi dvoma po sebe nasledujúcimi snímkami, ktorý je

spôsobený pohybom objektu alebo kamery. Vzor optického toku je reprezentovaný vektorovým 2D poľom, kde každý bod, vektor predstavuje posun ukazujúci na pohyb od prvého snímku po druhý.

Všeobecné poznatky o optickom toku boli zadefinované v 40. rokoch 20. storočia, ktoré predstavil James J. Gibson. V jednoduchosti sa jednalo o koncept ako popísať vizuálny stimul, ktorý majú zvieratá, ktoré sa pohybujú po zemi.

Metódy, ktoré sa zaoberajú optickým tokom sa snažia o vypočítanie pohybu medzi dvoma snímkami obrazu, ktoré sú nasnímané v čase delta, čo je každá poloha voxelu. Voxel je reprezentovaný vzorom alebo dátovým bodom na pravidelne rozmiestnenej trojrozmernej mriežke. Tento bod môže pozostávať aj z jedného kusa údajov akým je napr. opacity. Teda metódy, ktoré sa zaoberajú riešením tejto problematiky optického toku sa preto nazývajú diferenciálne.

Využite algoritmu Lucas-Kanade

Metódu Lucas-Kanade ako takú je možné použiť iba vtedy ak vektor toku obrázkov medzi dvoma snímkami je dostatočne malý na to aby sa udržala diferenciálna rovnica optického toku. Čo je často možné použiť iba na spresnenie hrubého odhadu, keďže rozostupy pixelov sú rôzne.

Samotná metóda Lucas-Kanade sa odporúča spúšťať iba na zmenšených snímkach obrazov. Preto je táto metóda základom pre populárnejšiu metódu a to algoritmu Kanade-Lucas-Tomasi.

Metóda Lucas-Kanade funguje najlepšie pri pomaly sa pohybujúcich objektoch. Teda tak aby sledované snímky sú oddelené krátkym časovým prírastkom. Pričom sa zameriava na snímky obsahujúce prirodzenú scénu obsahujúcu textúrové objekty, ktoré vykazujú rôzne odtiene sivej farby, ktoré sa plynulo menia.

Tento algoritmus teda nevyužíva farebné informácie získané zo snímku. Porovnáva sa jeden snímok s druhým a hľadá sa určitá zhoda. Podľa toho sa snaží algoritmus prísť nato, ktorým smerom sa objekt na snímku pohol. To sa dá jednoducho zistiť pomocou zmeny intenzity odtieňa sivej v okolí sledovaného pixelu.

Ak by sme chceli algoritmus Lucas-Kanade nejako bližšie zhrnúť mohli by sme tvrdiť, že je jednoduchou metódou ako získať informácie o optickom toku v bodoch záujmu na obrázku, ktorý skúmame. Avšak musí sa jednať o obrázky resp. snímku, kde dokážeme získať dostatočné množstvo informácií o meniacej sa intenzite pixelov v okolí sledovaného bodu. Pričom najlepšie tento algoritmus funguje v nízkych rýchlostiach sledovaného objektu.

Sledovanie bodu na báze algoritmu Lucas-Kanade

Algoritmus Lucas-Kanade je veľmi vhodnou metódou na tzv. tracking, teda sledovanie nejakého bodu alebo cieľa. Takúto vlastnosť resp. funkciu algoritmu je vhodné si však pred samotným nasadením na pracovnú úlohu, na ktorú sa bude používať aj vhodne modifikovať. Predovšetkým ide o zmeny týkajúce sa modifikácie vlastných hodnôt aby algoritmus vedel, čo z danej skúmanej scény má analyzovať a následne sledovať.

Postup pri sledovaní bodu, cieľa je väčšinou rovnaký a závisí len na samotnej scéne, ktorú sledujeme aby sme vedeli urobiť potrebné úpravy. Následne si vypočítame intenzitu pre každý pixel a pre každú pozíciu pixelu vypočítame maticu gradientu a následne uložíme vlastnú hodnotu vypočítanej matice. Potom každú pozíciu pixelov uložíme do bodovej matice a oddelíme pixely s vysokým bodovým skóre. Ďalej zoberieme najvyššie hodnoty a tie použijeme pre funkciu na následné sledovanie objektu.

Algoritmus Lucas-Kanade dokáže efektívne nájsť hrany obrazu, ktoré obsahujú najväčší počet informácií. Implementácia algoritmu by mohla sledovať všetky ciele na scéne avšak stále tu je priestor na zlepšenie algoritmu. Významnou výhodou algoritmu je napríklad aj to, že nevyžaduje použitie filtra častíc.

Záver

V článku sme sa chceli zamerať primárne na vysvetlenie niektorých základných pojmov ohľadom algoritmu od odhadu pohybu snímky až po vysvetlenia pojmu optického toku. Snažili sme sa jednoducho vysvetliť ako algoritmus funguje a k čomu sa môže používať.

Chceli by sme poukázať na to, že metóda Lucad-Kanade je rozšírená v oblasti počítačového videnia a jej primárnou úlohou je využívanie diferenciálnych rovníc na odhad optického toku alebo sledovania bodu, cieľa z takmer statickej snímky až po sledovania bodu z videa.

Zdroje

1. **Optical Flow Measurement using Lucas kanade Method.** Dhara Patel, Saurabh Upadhyay
[online]
<https://pdfs.semanticscholar.org/6841/d3368d4dfb52548cd0ed5fef29199d14c014.pdf?fbclid=IwAR3MQ0bm7iPrTWOuwg5CdKIGKD-HYThQZo2DTwb1-EKLeJWKTkPq9ouDFk4>
2. **Video Tracking: Lucas-Kanade.** Robert Collins, lecture 30.
[online]
<http://www.cse.psu.edu/~rtc12/CS486/lecture30.pdf?fbclid=IwAR0J0dNJUqpGEmuVk-EINDRVsoAfT5335qTXITX8S-Mhe6locuTXZKaJWww>
3. **Lucas Kanade Tracker.** Jay Rambhia. [online]
<https://jayrambhia.com/blog/lucas-kanade-tracker?fbclid=IwAR1Azm6qSH3ZTyOQMERHXwMa2btz5Gxkb4BuhbTJxynEbtpr4ymMyZ9C5IE>
4. **Lucas–Kanade method.** [online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Lucas%E2%80%93Kanade_method?fbclid=IwAR26zsKhjIOu1AXc82n_Mw36RI8Ee9MMrycMMMyE_ri-duMz2-ez0uZ-ssf0
5. **Optical flow.** [online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_flow?fbclid=IwAR3hSGA8RpDEJb61-8JPM0slms-lZEUym8jjlHM2O-Qg9P3xClINMDoMuNA