



다상유체와 영상처리 : 레벨셋 방법

강 명 주¹

Multi-Phase Flows and Image Processing : Level Set Method

M.J. Kang

Using modern techniques from scientific computing and numerical analysis, natural phenomena or scientific experiment can be simulated effectively with a computer and used for computer graphics, for example as special effects for the film industry, manufacturing the thin film, multi-phase simulation and image processing. The Level Set method can make those things happen without a lot of difficulties. This method was devised by Osher and Sethian(1988) to represent dynamically moving interfaces as the zero level set of a scalar function that evolves in time. Since then, many researchers have worked on many applications using a Level Set Method. I will give a talk about the applications of the Level Set Method.

Keywords: 레벨셋방법(Level Set Method), 다상유체(Multi-Phase Flows), 영상처리(Image Processing)

1. 서 론

Osher and Sethian[1]에 의하여 Level set 방법론이 개발된 이래로 interface의 운동에 관련된 많은 문제들이 level set 방법론을 사용하여 해결책을 찾고자 하였다. 그 중 multi-phase flows와 image processing분야에서 괄목할만한 연구 결과들이 산출 되었다. 여기서는 이 분야들에서 산출된 결과들에 대하여 토의하고자 한다.

$$4) \text{ unit normal : } \vec{N} = \frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|}$$

$$5) \text{ curvature : } \kappa = \nabla \cdot \vec{N}$$

$$6) \text{ moving interface : } \phi_t + \vec{v} \cdot \nabla \phi = 0$$

$$7) \text{ signed distance function : } \phi_t + S(\phi_0)[|\nabla \phi| - 1] = 0$$

2. 레벨셋 방법

레벨셋 방법의 기본적인 아이디어는 interface를 signed distance 함수의 zero-level로 인식한다는 것이다.

다음은 기본적인 Level set dictionary를 정리하였다.

1) signed distance function : ϕ (Lipchitz Continuous)

2) interface location : $\phi = 0$

3) two separate fluids : $\phi > 0$ and $\phi < 0$

3. Multi-phase flows

Level set을 사용한 multi-phase flow의 simulation은 M. Sussman [2] 에 의하여 1994년에 처음으로 시도 되었다. 이후 여러 연구자들에 의하여 다양한 연구가 진행되었고, 영화산업중 CG 분야에 많은 영향을 주었다.

¹ 서울대학교 수리과학부

* TEL : 02) 880-5884

* E-mail: mkang@snu.ac.kr



4. Image processing

영상처리의 수학적 접근은 Mumford-Shah[3]이래로 편미분 방정식에 기반을 둔 해석을 바탕으로 발전되었다.

Chan and Vese[4] 가 level set을 사용한 segmentation 방법을 개발한 이후 level set 을 사용한 segmentation, tracking 방법들에 대한 많은 연구가 시도 되었다.

참고문헌

- [1] 1988, S. Osher, J. Sethian, "Fronts propagating with curvature-dependent speed: Algorithms based on Hamilton-Jacobi formulations", J. Comput. Phys. 79: 12 - 49.
- [2] 1994, S. Sussman, P. Smereka and S. Osher, A level set approach for computing solutions to incompressible two-phase flow. In: J. Comput. Phys. 114, pp. 146-159.
- [3] 1989, D. Mumford, J. Shah, "Optimal Approximations by Piecewise Smooth Functions and Associated Variational Problems", Communications on Pure and Applied Mathematics, Vol. XLII, pp 577-685.
- [4] 2001, T. Chan, L. Vese,, "Active contours without edges" IEEE Transactions on Image Processing, 10(2), 266-277.