(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.
G06F 17/10 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0089272
(43) 공개일자 2006년08월09일

(21) 출원번호 10-2005-0009865
(22) 출원일자 2005년02월03일

(71) 출원인 인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자 원태영
경기 화성시 장안면 수촌리 957-3
정찬용
인천 남구 용현동 78-16번지 208호

(74) 대리인 이원희

심사청구 : 없음

(54) 비이엠 수치 해석 방법

요약

본 발명은 경계 요소법을 이용하여 알고리즘 수행시 계산 속도의 향상을 위해서 수치적 분간 이전에 계산된 거리 함수 데이터를 호출하여 신속한 계산을 하는 알고리즘 방법으로써, 경계 요소법을 이용하여 구조체의 전기적, 기계적인 해석을 하는데 많은 노드(node) 또는 가우스포인트(Gauss point)가 필요할 때 더욱 신속한 계산을 할 수 있는 알고리즘 방법을 제공한다. 특히, 수치적분 계산전 거리함수 데이터를 라이브러리 함수로 저장하는 단계에서 저장된 데이터 값을 행렬 계산시 효과적인 수치적분을 수행할 수 있고, 최종적으로 내·외부(in/external) 점의 특성 해석 시에도 저장된 데이터 값을 호출하여 신속하게 계산이 가능하게 하는 방법을 제공한다.

대표도

도 1

색인어

경계요소법, 노드, 요소, 원점, 경계점, 가우스포인트, 내·외부점, 특이성.

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명에 따른 2D-BEM의 수치적분 계산시 속도향상 알고리즘 순서도.

도2는 본 발명에 따른 노드와 요소와의 거리산출을 나타내는 그림.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

101 : 2D-BEM 알고리즘 중 노드의 좌표값 입력 단계

102 : 2D-BEM 알고리즘 중 경계조건 입력 단계

103 : 2D-BEM 알고리즘 중 노드와 각 요소와의 거리산출 계산 알고리즘을 수행 / 라이브러리 함수로 저장하는 단계

104 : 2D-BEM 알고리즘 중 거리산출 데이터를 호출하여 수치적분을 수행하는 단계

105 : 2D-BEM 알고리즘 중 자유항 계산 및 행렬에 대입하는 단계

106 : 2D-BEM 알고리즘 중 입력된 경계조건을 적용하는 단계

107 : 2D-BEM 알고리즘 중 적용된 경계조건을 이용해 수식화 알고리즘 실시하는 단계

201 : 원점(source point)

202 : 요소(element)에 있는 가우스 포인트들

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 2차원으로 구성된 구조물의 전기적, 기계적 해석을 할 수 있는 수치해법 중에 경계요소법(Boundary Element Method)에서 수치적분 수행시의 계산시간을 단축하는 알고리즘 방법에 관한 것이다.

경계요소법(BEM)은 수치해석 방법을 수행하기 위해 5가지의 요소분할을 할 수 있다. 그 종류로는 contant element, continuous/discontinuous linear element, continuous/discontinuous quadratic element가 있다. 이 중 constant element는 한 element의 단위선 중간 지점에 한개의 노드(node)만으로 표현하고자 하는 값을 나타낼 수 있다. 그 값을 나타내기 위해서는 단위선을 수치적분인 가우스 적분으로 선적분한다. 보통 4개의 가우스 포인트를 사용하는데, 단위선 중앙노드에서 전·후방 2개씩으로 수치적분을 수행한다.

경계요소법(BEM)은 최종식이 [H]{u}=[G]{q}로 표현되는데, 수치적분이 행하여지는 행렬(Matrix)은 [H], [G]라는 Influence Matrix이다. 각각의 [H], [G] 행렬(Matrix)을 구성하기 위해선 원점(Source point)과 경계점(Field point)과의 연계성을 갖기 위해 선적분을 함에 있어 가우스 포인트(gauss point) 사용을 [H], [G] 행렬(Matrix)에 각각 사용하여 총 체적으로 두 번 실시한다. 보통 경계요소법(BEM)의 상용 시뮬레이터 툴인 BETIS, BEACON의 공개 알고리즘을 보아도 [H], [G] 행렬(Matrix)에서 각각 수치 적분하는 방법을 사용하였다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 각각의 [H], [G] 행렬(Matrix)에서 수치적분을 실시하면 노드(node) 개수의 급격한 증가에 따른 계산 속도가 현저히 감소한다.

즉, 행렬(Matrix)의 해를 구할 때 종래의 수치적분 방법은 두 번의 마스터 요소(Master element) ξ, η 를 사용한 것으로써 각 요소(element)의 가우스포인트(Gauss point)와의 연계된 계산을 수행하다보면 같은 작업을 반복하게 된다. 보통 4개의 가우스포인트(Gauss point)를 사용하나, 4개 이상의 가우스포인트 (Gauss point)를 사용할 시에는 더욱더 시간의 감소가 예상된다.

이에 반해 본인의 발명이 이루고자 하는 바는 수치적분의 알고리즘을 적용하되 변형된 방법을 쓰는 것인데, 각각의 가우스포인트(Gauss point)의 값을 저장하고 먼저, 각 요소(element)의 노드(node)와 각 요소(element)의 가우스포인트 (Gauss point)와의 r_{xi}(r의 x성분), r_{yi}(r의 y성분), r_{ij}(노드와 요소사이의 거리)의 데이터를 라이브러리 함수로 저장해서 각 행렬(Matrix)에서 수치적분 계산시 먼저 계산된 데이터 값을 호출하여 행렬(Matrix)을 구성하는 알고리즘을 개발할 필요가 있다.

따라서, 본 발명의 제1 목적은 경계요소법(BEM)의 수치적분 계산시 계산속도의 향상을 위하여 필요 데이터의 선행 계산 및 라이브러리 함수에 저장하는 알고리즘을 개발하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 계산 시간의 감소를 위해 수치적분 계산전 노드(node)와 가우스포인트(Gauss point)의 r_{xi}(r의 x성분), r_{yi}(r의 y성분), r_{ij}(노드와 요소사이의 거리)값을 선행 산출하여 저장하는 단계, 수치적분 계산시 r_{xi}(r의 x성분), r_{yi}(r의 y성분), r_{ij}(노드와 요소사이의 거리) 값을 호출하여 빠른 계산을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 경계 요소법(BEM)을 이용한 계산 알고리즘 방법을 제공한다.

이하, 본 발명에 따른 경계요소법(BEM)을 이용한 수치적분 속도향상 알고리즘 제작 방법의 바람직한 실시예를 첨부도면 제 1도 내지 제 2도를 참조하여 상세히 설명한다.

도1은 경계요소법(BEM)을 이용한 수치적분 속도 향상 알고리즘을 나타낸다. 초기에 사용자로부터 해석하고자 하는 구조체의 각 노드(node)점의 좌표값을 입력받는다. 혹은 자동메쉬생성기(Auto mesh generator)로 노드(node) 좌표값을 산출한다(101). 해석하고자 하는 구조체의 포텐셜(Potential)값을 산출할지 유동밀도 (Flux density)값을 산출할지에 대한 경계조건을 각 노드(node)별로 입력한다 (102). 이 단계까지는 사용자가 직접 입력하고, 나머지 단계부터는 자동적으로 계산이 가능하다.

입력된 각 노드(node)의 x,y 좌표값으로부터 r_{xi}(r의 x성분), r_{yi}(r의 y성분), r_{ij}(노드와 요소사이의 거리)값을 산출하는데, 현 노드(node)와의 거리뿐만 아니라 지정된 가우스포인트(Gauss point)와의 계산도 동시에 수행된다. 즉, 마스터요소(Master element)를 생각하여 4점 가우스포인트 (Gauss point)를 사용할 시 전·후방 2개씩의 좌표값 산출과 동시에 거리계산이 r_{xi}(r의 x성분), r_{yi}(r의 y성분) 계산 후 실제 거리 r_{ij}(노드와 요소사이의 거리)값이 산출 / 저장된다. r_{xi}(r의 x성분)는 노드(node)의 x 좌표값의 연계로 계산되며 동시에 전·후방에 위치해 있는 xi 의 x 좌표값의 연계로 계산이 되며, r_{yi}(r의 y성분)도 위의 r_{xi}(r의 x성분)와 동일하게 실제 y 좌표값과 마스터 요소(Master element) 좌표의 xi 의 y 좌표값의 연계로 계산되어 저장된다.

노드(node)와 가우스포인트(Gauss point)와 연관된 r_{xi}(r의 x성분), r_{yi}(r의 y성분)값을 $r = \sqrt{(r_x)^2 + (r_y)^2}$의 식을 이용하여 r값을 산출 라이브러리 함수로 저장한다(103).

계산된 거리 r_{xi}(r의 x성분), r_{yi}(r의 y성분) 계산 후 실제 거리 r_{ij}(노드와 요소사이의 거리)값을 경계요소법(BEM)으로 정식화(Fomulation)된 식에 대입하여 수치적분을 바로 실시할 수 있다. 즉, [H], [G] Influence Matrix에 직접, 거리 r_{xi}(r의 x성분), r_{yi}(r의 y성분), r_{ij}(노드와 요소사이의 거리)값을 호출하여 계산을 수행하면, 종래에 사용했던 for 루프의 과다사용 알고리즘보다 계산속도 감소에 영향을 준다(104).

요소(element) 중앙에 위치한 각 노드(node)는 $C = \frac{\theta}{2\pi}$ 의 식을 이용하여 $\frac{1}{2}$ 값이 된다$(\theta = \pi)$. 따라서, $[H_{ij}]$ 행렬(Matrix)에서 i=j이면, 한 노드(node)가 바로 원점(Source point)와 경계점(Field point)이 되므로, r_{ij}(노드와 요소사이의 거리)는 0(zero)이 된다. 경계요소법(BEM) 정식화(Fomulation)된 식에서 r_{ij}(노드와 요소사이의 거리)값이 0(zero)이 되면, 특이성(singularity)이 되므로, 이 값을 풀이하면 자유항만 남게되어 $[H_{ij}]$ 행렬(Matrix)에서 i=j 때이면 $\frac{1}{2}$ 의 값을 갖게 된다(105).

초기조건에서 입력된 경계조건에서 해석하고자 하는 구조체의 포텐셜 (Potential) 값과 유동밀도(Flux density)값중 하나 또는 두가지(Mixed)의 조건이 계산된 [H], [G] 행렬(Matrix)과의 연계성을 유지하기 위하여 적용시킨다. 즉, [H]{u} = [G]{q}라는 최종식에서 {u}값(Potential value) 또는 {q}값(Flux density value)을 대입하는 단계이다(106).

[H]{u} = [G]{q}식에서 경계조건을 적용하면 행렬(Matrix) 변환에 의해 [A]{X} = {Z}의 형태로 바뀌어 알고자 하는 미지값(unknown value) {X}값을 알 수 있게된다(107).

도2는 한 노드(node)점에서 요소(element)와의 거리산출을 나타낸다. 요소 (element)는 중앙에 노드(node)를 갖고, 전·후방에 각각 2개씩 가우스포인트 (Gauss point)를 갖는다. 노드(node)에서 가우스포인트(Gauss point) 4개와의 r_{xi}(r의 x성분), r_{yi}(r의 y성분), r_{ij}(노드와 요소사이의 거리)값을 산출하는 알고리즘으로 이 산출된 데이터 값을 라이브러리 함수로 저장하면 필요시, 즉 수치적분 수행시 바로 호출하여 사용할 수 있다. 여기서 시작되는 노드(node)는 원점(source point)이다(201).

요소(element)에 있는 가우스포인트(Gauss point)는 실제 좌표계의 크기만큼 $\xi_{1\sim4}$과의 비율로 계산되어 지정된다. 즉, ξ 값은 ±값을 가지므로 전·후방에 2개씩 갖게 되는 것이다(202).

전술한 내용은 후술할 발명의 특허 청구 범위를 보다 잘 이해할 수 있도록 본 발명의 특징과 기술적 장점을 다소 폭넓게 개설하였다. 본 발명의 특허 청구 범위를 구성하는 부가적인 특징과 장점들은 이하에서 상술될 것이다. 개시된 본 발명의 개념과 특정 실시예는 본 발명과 유사 목적을 수행하기 위한 다른 구조의 설계나 수정의 기본으로 즉시 사용될 수 있음이 당해 기술 분야의 숙련된 사람들에 의해 인식되어야 한다.

또한, 본 발명에서 개시된 발명 개념과 실시예가 본 발명의 동일 목적을 수행하기 위하여 다른 구조로 수정하거나 설계하기 위한 기초로서 당해 기술 분야의 숙련된 사람들에 의해 사용되어질 수 있을 것이다. 또한, 당해 기술 분야의 숙련된 사람에 의한 그와 같은 수정 또는 변경된 등가 구조는 특허 청구 범위에서 기술한 발명의 사상이나 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변화, 치환 및 변경이 가능하다.

발명의 효과

이상과 같이 본 발명에 따른 경계요소법의 수치해석간 속도향상 알고리즘 방법은 노드(node)간의 거리산출 알고리즘을 추가하여 구조체의 정전기력을 계산시 빠른 결과 값을 산출할 수 있고, 결과값 검증시에도 데이터 값을 비교함으로써 효과적으로 점검할 수 있다. 또한, 경계요소법을 이용한 내·외부점(In/external point)값을 계산할 시 추가적으로 수치적분을 따로 계산할 필요 없이 계산된 r_{xi}(r의 x성분), r_{yi}(r의 y성분), r_{ij}(노드와 요소사이의 거리)의 라이브러리로 저장된 데이터를 바로 호출하여 계산할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

수치적분 계산전 노드간의 거리산출 알고리즘을 적용하는 단계;

거리 산출된 값을 라이브러리 함수로 저장하는 단계;

저장된 데이터 값을 호출하여 수치 해석하는 단계;

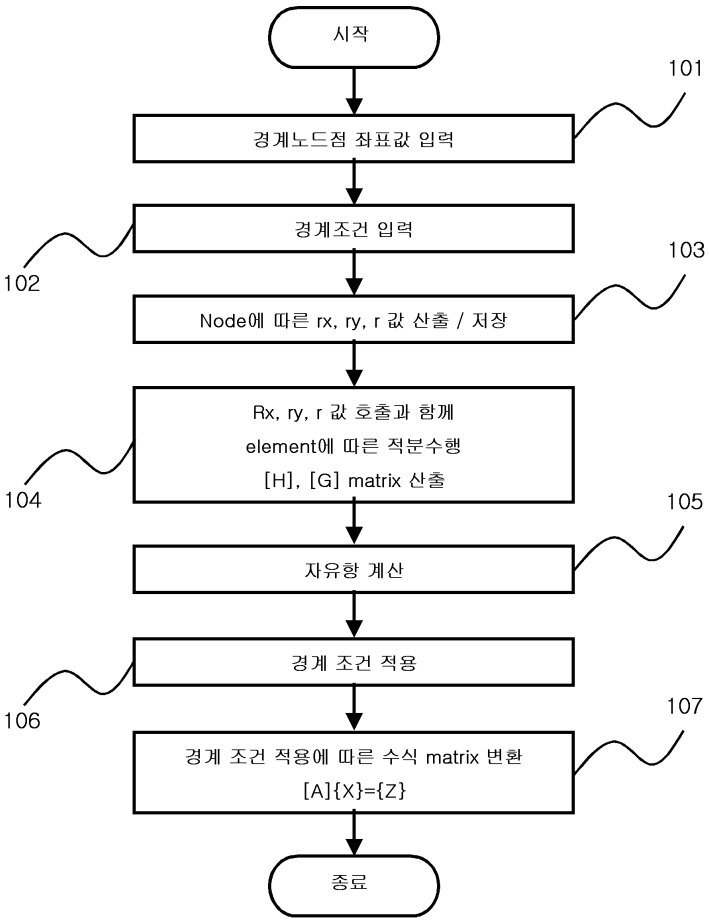
경계요소법 코딩(Coding)시 노드간의 거리산출 데이터 값을 라이브러리 함수로 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 알고리즘 제작 방법.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 마스터요소(Master element)의 가우스포인트(Gauss point)와의 거리산출을 선행 실시하는 알고리즘을 적용하여 노드(node)와 가우스포인트 (Gauss point)와의 r_{xi}, r_{yi}, 및 r_{ij} 거리 산출을 실시하는 방법.

도면

도면1



도면2

