



서울대 **신 동 우** 교수

병렬계산 관련 수치해석 연구

서울대 수학과 신동우교수(45세)는 미국 유학시절부터 15년 동안 계속하여 병렬계산 및 이에 관련된 수치해석을 연구해 오고 있다. 신교수는 특히 지진파나 전자기파를 이용하여 지층의 구조를 알아내거나 지하에 있는 자원을 탐사하는 데서 제기되는 수치해석적 문제에 관심을 갖는 연구를 계속하고 있다.

“**학**창시절 필자의 경우 수학이 인생의 큰 무게로 다가왔다. 작은 내 어깨 위에 올려진 그 무게에 얼마나 허우적했는지 모른다. 하지만 고등학생 수학문제를 풀면서, 희열을 느낀 중학생이 자신이 도전해야 할 새로운 문제를 던져 주었던 수학을 인생의 목표로 삼게 됐다.”

지진파로 지층구조 탐사

서울대 수학과 신동우교수(45세)는 미국 유학시절부터 15여년 동안 계속 병렬계산 및 이에 관련된 수치해석을 연구해오고 있다. 간략히 설명하면 과학과 공학 등에서 제기된 문제들은 수학적 문제로 모델링되어 최대한 빨리 정확하게 계산되어 결과가 나타나야 한다. 그러기 위해서는 병렬계산 환경의 구축 뿐 아니라 알고리즘에 대한 타당성, 효율성, 수렴성, 적용 가능성 등과 관련된 연구를 포함하여 실제로 컴퓨터에 알고리즘을 적용하여 프로그램을 작성하여야 한다. 이를 위해 필요한 것이 수치해석이다. 신동우교수는 특히 지진파나 전자기파를 이용하여 지층의 구조를 알아내거나 지하에 있는 자원탐사시에 제기되는 수치해석적 문제에 대해 관심을 가져 왔다. 이 경우 음향파, 지진파, 전자기파 등이 시간에 따라 전파하는 것을 계산해야 하는데, 그가 학위논문을 준비하면서 시간변수에 푸리에변환(Fourier transform)을 취하여 주

파수 영역에서 각각의 주파수마다 독립적인 병렬계산이 가능하다는 것을 발견했다. 이 방법은 현재 학계에서는 당연한 것으로 인정하는 사실이지만 그 당시에는 파동방정식의 푸리에변환으로 얻어지는 헬름홀츠(Helmholtz)방정식은 대부분의 주파수에서는 해를 갖지 않는 대신 특정한 주파수에 대해서만 해를 갖게 되는 고유치 문제(Eigenvalue Problem)로 간주되어 연구되어 왔었다.

그러나 신교수는 Helmholtz 방정식이 흡수경계조건이라는 새로운 경계조건 아래에서는 더 이상 고유치 문제가 아닐 것이며 각각의 주파수마다 유일한 파형을 주는 문제라는 것을 예측했고, 이를 실제로 수학적으로 입증하여 주파수 영역에서 병렬계산의 이론을 탄생시키게 되었다. 이 논문은 1992년에 「Mathematical Models & Methods in Applied Sciences」에 발표되었다. 일반적으로 이러한 파동문제를 더 효율적으로 병렬계산을 하기 위해서는 소위 영역분할해법(Domain Decomposition Method)을 사용한다. 이는 영역을 여러개의 작은 소영역으로 분할하여 여러개의 프로세서가 할당된 자기의 소영역에서의 문제만 동시에 각각 풀어서 전체의 문제를 풀어나가는 방법으로 현대 병렬계산의 기본적인 생각이다. 그러나 이러한 영역분할해법을 적용하여 고전적인 유한요소를 사용함에 있어


효율성에 문제가 있다고 본 신교수는 고전적인 순응유한요소 대신에 비순응유한요소를 사용하기로 했다. 이러한 생각은 옳았으며, 나아가서 일련의 새로운 비순응유한요소를 발견하기에 이르렀다(RAIRO Numerical Analysis, 1999). 비순응유한요소는, 원래 유한요소는 연속한 함수들로 이루어진 함수들의 집합인 경우를 고려하는데, 이러한 연속성을 갖지 않는 유한요소다. 이렇게 하여 새로운 비순응유한요소를 이용하여 지진파의 문제를 주파수영역을 이용하여 병렬계산하는 데 성공하였으며 이 논문은 작년에 「Journal of Computational Acoustics」에서 출간되었다(<http://www.nasc.snu.ac.kr> 참조).

응용수학 포럼도 운영

그는 이러한 연구결과가 음향파를 이용하는 소나(수중음파탐지기), 탄성파를 이용하는 자원탐사 및 비파괴검사, 전자파를 사용하는 이동통신에서부터 마이크로웨이브 설계 등을 보다 빠른 시간에 보다 정확하게 계산하는 데 사용될 수 있을 것이라고 본다. 앞으로는 모든 개인용 컴퓨터도 병렬CPU를 장착하게 될 것으로 예측되어, 우리도 병렬계산에 대한 개념을 자연스럽게 받아들여야 할 것이며 이는 또한 일반적으로 병렬계산 수치해법을 보다 활성화시킬 것으로 예상하고 있다.

이 분야의 경우 현재 신교수의 연구실이 가장 앞서 나가고 있으며 호주, 미국, 독일, 스웨덴, 인도의 학자들도 유사한 연구를 진행하고 있다. 우리나라가 이 분야에 대한 지원이 계속된다면 경제력을 지속적으로 가질 수 있는 상황이다.

미국, 유럽 등의 대학들이나 국가연구소와 기업연구소들에서는 이러한 계산을 직접 응용하는 것에서 기초적인 연구에 이르기까지 대대적인 R&D 투자를 해오고 있으며, 중국만 해도 계산과학그룹의 육성이 국가의 과학, 산업 발전을 도모하는 핵심분야임을 인식하고 전국에 흩어져 있는 약 80명의 계산과학자들이 함께 운용할 수 있는 국가중점기반연구사업의 일환으로 1991년부터 북경에 위치한 과학 및 공정계산국가중점실험실을 거점으로 하여 대규모 과학계산 연구를 지원하고 있는 실정이다. 이제 우리나라도 수치해석 및 과학계산 연구에 경제력에 걸맞은 투자를 해야 할 때라고 신교수는 말한다.

신교수는 1997년부터 응용수학포럼(<http://www.amf.or.kr>)을 조직하여, 지금까지 9차례 학술대회를 개최한 바 있다. 학문하는 즐거움을 공유하고 서로에게 자극을 줄 수 있는 장이 응용수학포럼이라고 생각한다. 신교수는 어머니와 번역가인 부인 박영난씨, 그리고 2남1녀와 함께 삶의 즐거움 또한 나누고 있다. 

김유경 <본지 객원기자>