Üdvözlök minden megjelentet!

Mint ahogy az elnök úr is említette, az alábbi címmel doktori értekezést adtam be. Ennek rövid összefoglalóját mutatom most be 20 percben.

Ha az egész munkám motivációját egyetlen képben össze akarom foglalni, akkor az ez a kép. Itt egy mikroszkopikus méretű fémkristály, ún. mikropillár látható, amelyet függőleges irányban összenyomunk. Noha makroszkopikus méretekben fémek deformációját már viszonylag jól ismerjük, azaz hatékonyan és megbízhatóan tudunk velük tervezni, ez nem jellemző a mikroszkopikus mérettartományra. Ennek oka, hogy a diszlokációk, amik a képlékeny alakváltozás mikroszkopikus leírásának legfőbb elemei, kollektív mozgást végeznek. Itt az ábrán azt láthatjuk, hogy a diszlokációk egyszerre csak 1-1 síkon aktiválódnak és azon lavinaszerűen végigfutva nagy deformációs lépcsőket hoznak létre.

De a diszlokációknak nem csak a mozgásuk összehangolt, hanem az anyagon belüli elhelyezkedésük is. Erre két sarkalatos példa a fraktál, illetve a periodikus létraszerű szerkezet. A diszlokációlavinák és -mintázatok kérdése fontos az ipar számára. Míg a diszlokációlavinák pl. a mikroszkopikus alkatrészek nem kívánt deformációjában, addig a diszlokációmintázatok a makroszkopikus anyagok fáradásos törésében játszanak közvetlen szerepet.

Ezért fontos diszlokációszimulációkat futtatni és megérteni a két jelenséget kiváltó okokat. A legegyszerűbb szimulációban kétfajta diszlokációt, mint kvázirészecskét engedünk meg a 2D-s szimulációs terünkben, ahol a részecskék csak egy egyenes mentén mozoghatnak, és minden részecske kölcsönhat egymással az általuk keltett hosszú hatótávolságú feszültségtéren keresztül, majd numerikusan vizsgáljuk a rendszer időfejlődését. A számítási igénye viszont egy ilyen szimulációnak gyorsan megugorhat. Ennek okai:

1. a kölcsönhatás hosszú hatótávolságú, így minden diszlokáció kölcsönhat mindegyik, távoli diszlokációval is, ezáltal a számítógépes szimulációban a memória lokalitás nem teljesül
2. a kölcsönhatások száma a részecskék számával négyzetesen növekszik
3. egy véletlenszerű konfigurációból kiindulva igen közeli diszlokációpárok is keletkezhetnek, ami az időfejlődést lassítja.

A korlátozott számítási kapacitások miatt ezért egy ilyen szimulációval is csak korlátozottan lehet az említett kérdéseket vizsgálni. Jó volna olyan módszereket kifejleszteni, amelyek ezeket a nehézségeket kiküszöbölik. Doktori munkámban a diszlokációk kontinuummodelljét használva olyan numerikus módszereket dolgoztam ki, amivel a lavinaszerű viselkedés és a mintázatképződés hatékonyan tanulmányozható.

De nem csak számolással juthatunk közelebb a kérdéskör megértéséhez, hanem kísérletekkel is. Az eddigi tapasztalatok szerint hatékony módja a kísérletezésnek, hogy mikropillárokat összenyomjunk, miközben minél szélesebb körben, minél több adatot gyűjtünk. A célunk az volt, hogy elektronmikroszkópon belül in-situ deformációs kísérleteket végezzünk és detektáljuk a deformáció során keletkező akusztikus jeleket. Ennek egyik nehézsége, hogy hogyan helyezhető el a nanoindenter és az akusztikus emissziós detektor az elektronmikroszkóp vákuumkamrájában. A doktori munkám másik részeként ezért egy akusztikus emissziós detektorral csatolt in-situ nanoindenterhez fejlesztettem ki a nanoindentert.