



# 3D Game Programming 24

## - Height Field: Quad Tree

[afewhee@gmail.com](mailto:afewhee@gmail.com)





## ● Quad Tree:

- ◆ 최대 4개의 자식노드를 두고 있는 나무(Tree) 자료 구조
- ◆ 3D의 적용: 카메라로부터의 거리에 따른 장면의 해상도, 또는 지형의 기울기 등의 가파른 정도에 따른 레벨을 두어 한 화면에 그리는 정점의 수를 줄임
- ◆ 설정한 레벨에 도달 할 때까지 4개의 자식노드를 계속 분할 → 재귀 기법으로 렌더링
- ◆ 비슷한 기술 : ROAM (ReaD-time Optimally Adapting Mesh)

## ● 구현 방법

- ◆ 해당 레벨이 될 때까지 자식을 계속 분할한다.
- ◆ 인접한 레벨의 차이가 나면 메쉬를 만들 때 크랙이 발생하므로 한번 더 분할 한다. 이 때에는 4개의 자식노드를 분할 하지 않고 해당 노드만 분할한다.
- ◆ 메쉬를 구성한다.



## ● 프로그래밍

```

// 분할
void CMcQuad::Build(CMcQuad* _pPrn, INT iDepth, INT iX,INT iZ)
{
    m_pP = _pPrn; // 부모 노드 연결
    m_iDph = iDepth; // 자신의 깊이를 부모의 깊이로 정함

    ++m_iDph; // 자신의 깊이를 올림

    // 거리를 통한 레벨 확인
    INT iDist = sqrtl(vcD.x*vcD.x + vcD.z*vcD.z)-m_iBrd*1.41421;

    // 자신의 레벨을 정함
    m_iLvl = GetDepth(iDist);

    // 정한 레벨이 깊이에 도달 했는지 확인
    if(m_iDph > m_iLvl)
        m_bEnd = true;

    // 깊이에 도달 하지 못했다면 하위 노드를 다시 분할
    if(!m_bEnd)
    {
        m_pRH = new CMcQuad;
        m_pLH = new CMcQuad;
        m_pLT = new CMcQuad;
        m_pRT = new CMcQuad;

        m_pRH->Build(this, m_iDph, 1, 1);
        m_pLH->Build(this, m_iDph, -1, 1);
        m_pLT->Build(this, m_iDph, -1,-1);
        m_pRT->Build(this, m_iDph, 1,-1);
    }
}

```

```

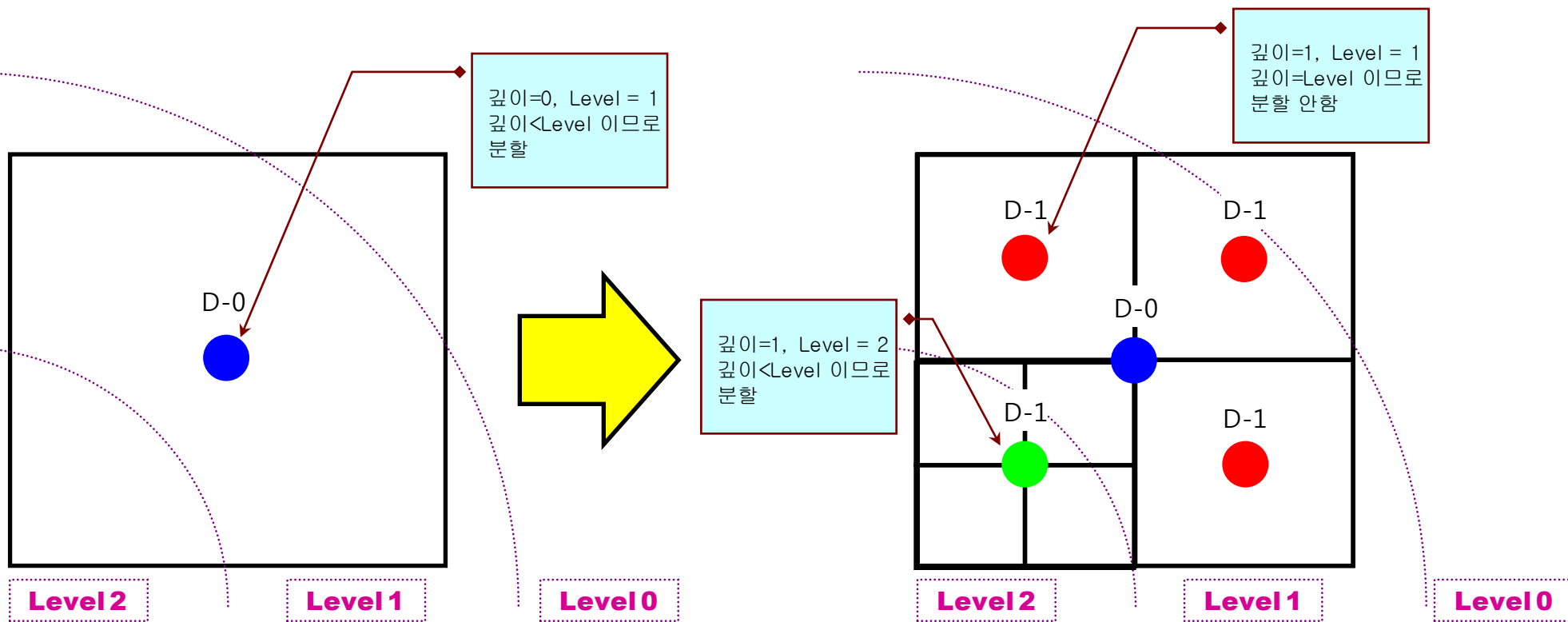
// 자식노드 자료 구조
struct
{
    // □■
    // □□
    CMcQuad* m_pRH;
    // ■□
    // □□
    CMcQuad* m_pLH;
    // □□
    // ■□
    CMcQuad* m_pLT;
    // □□
    // □■
    CMcQuad* m_pRT;

    // Parent
    CMcQuad* m_pP;
};

```

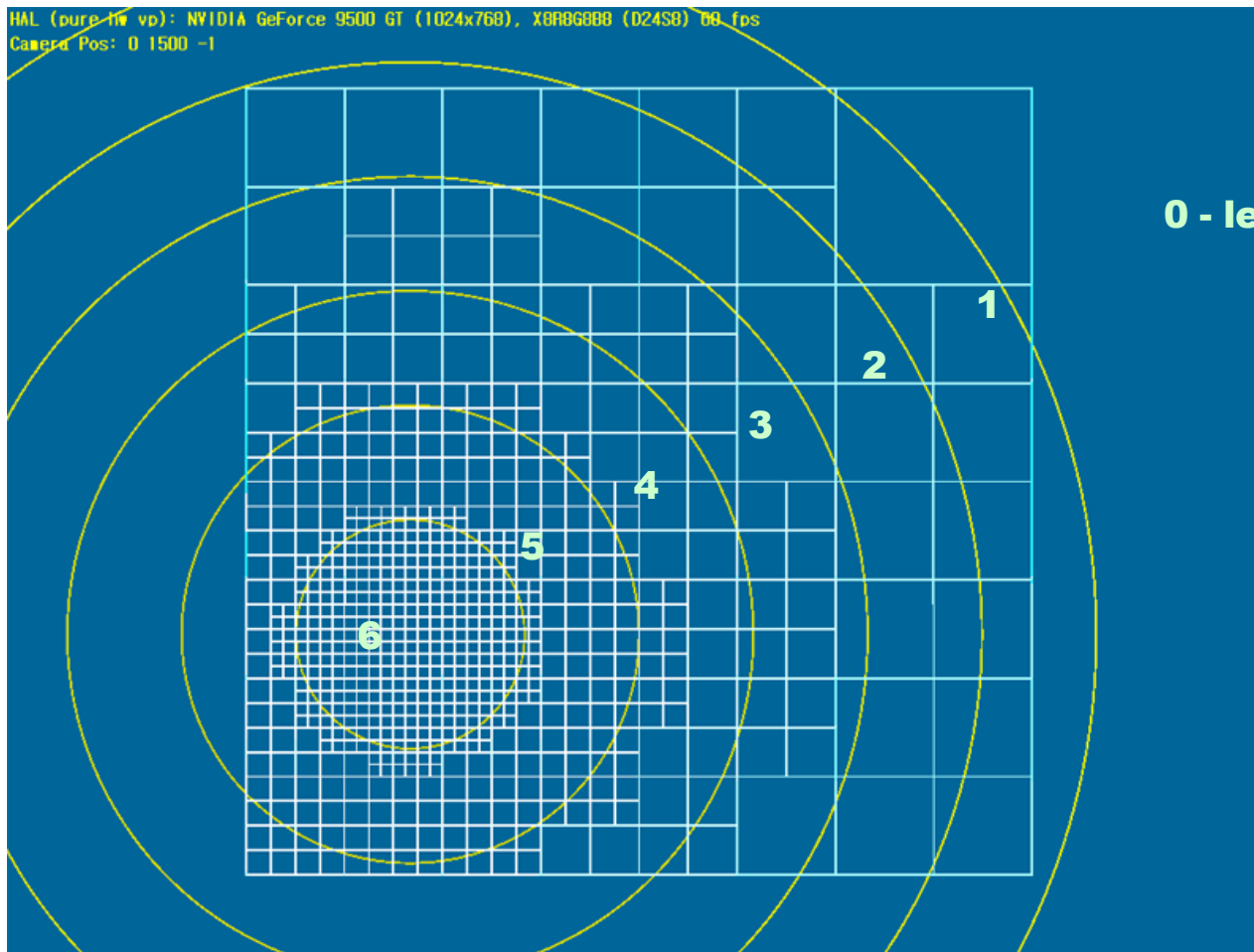


## ● Quad Tree 분할





- 높이 맵에 적용한 Quad Tree 예
  - ◆ 카메라의 거리에 따른 레벨로 자식 노드 만들기

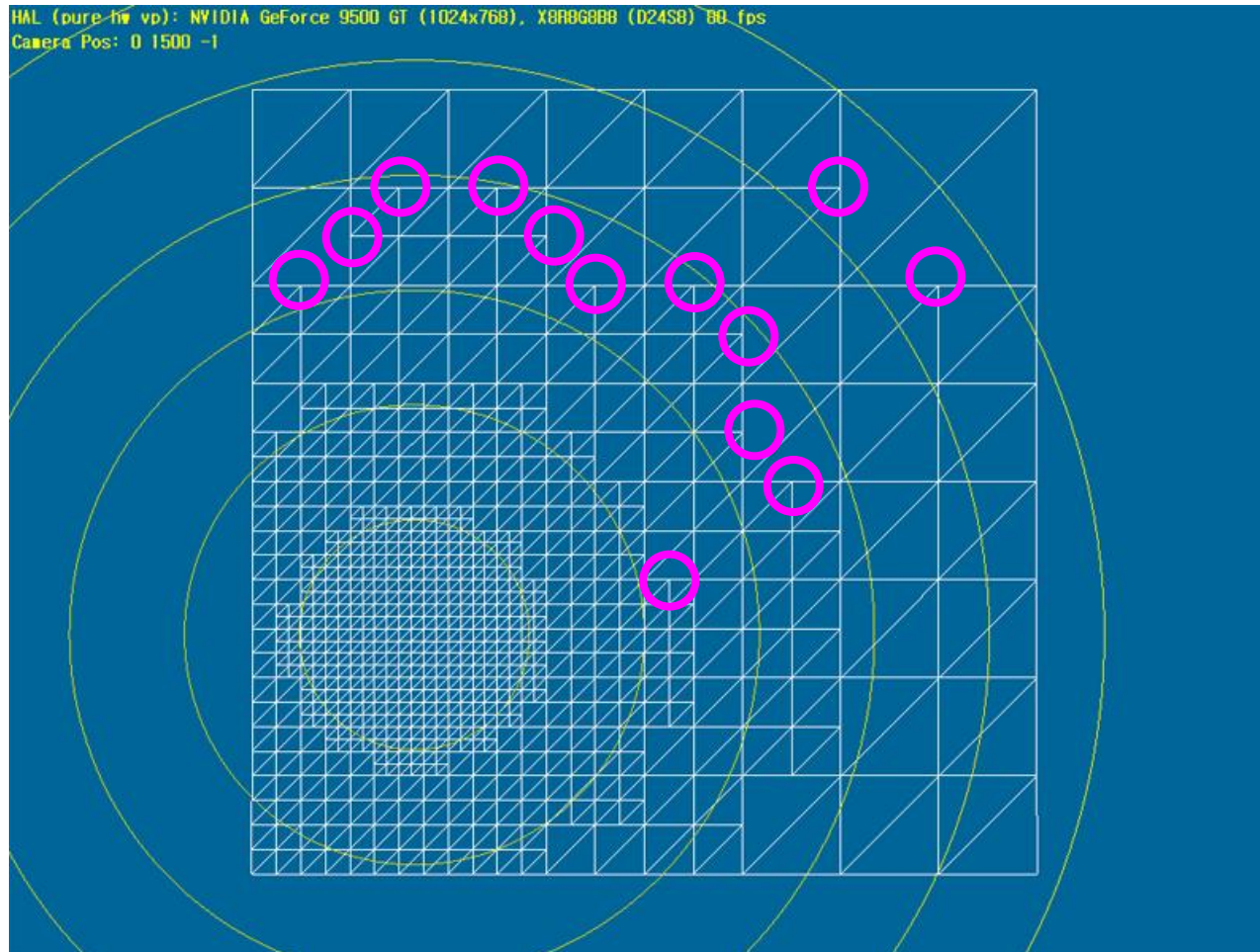


0 - level





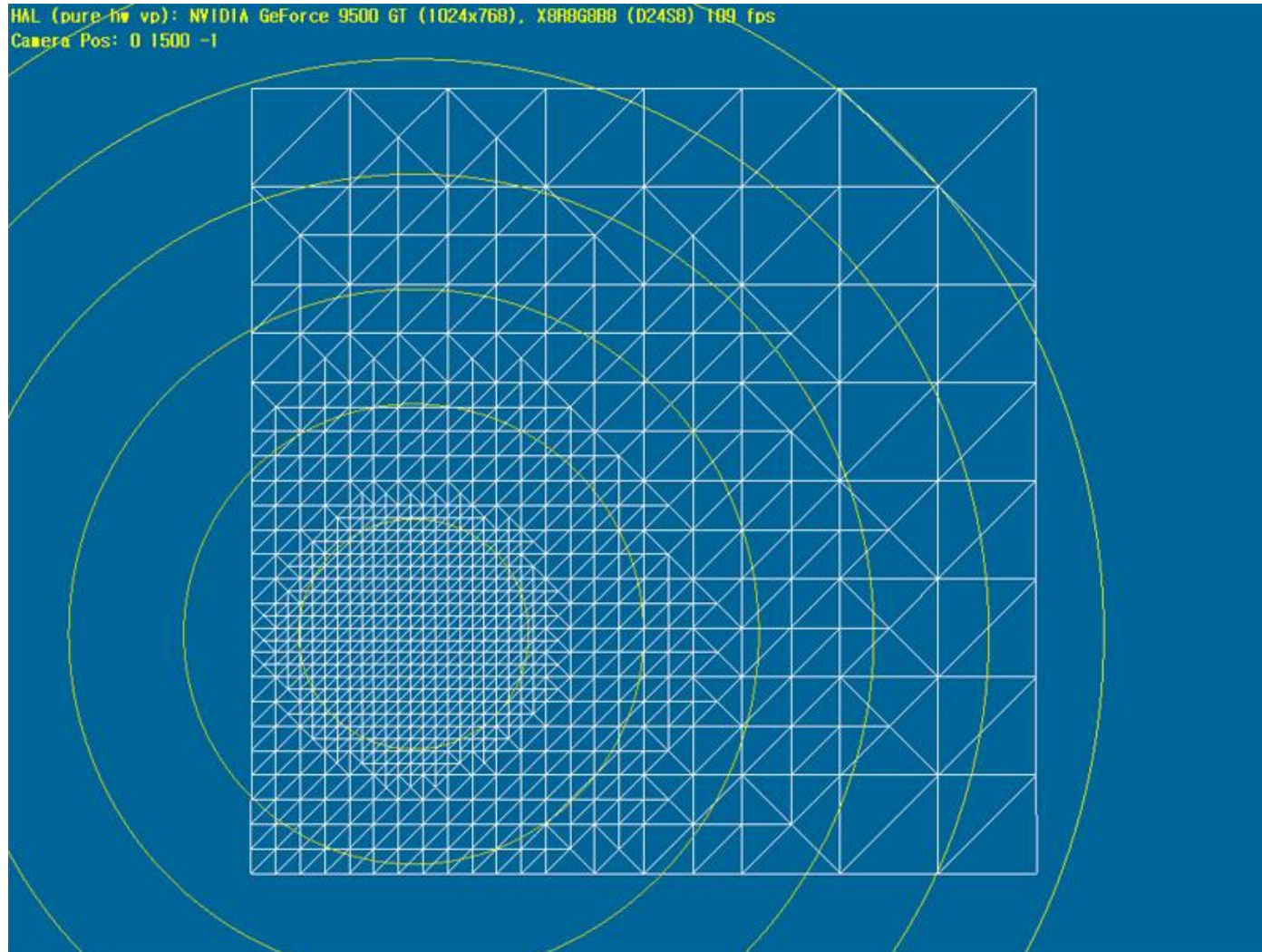
- 레벨 차이에 따른 크랙 (Crack) 발생 부분





## ● Crack Patch

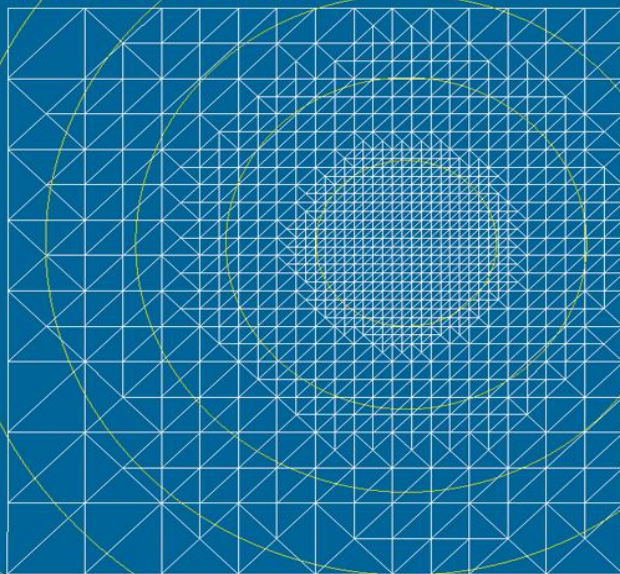
- ◆ 크랙이 발생한 노드는 한 번 더 하위 레벨로 자신을 분할





## 실시간 Quad Tree 계산 예

HAL (pure hw vp): NVIDIA GeForce 9500 GT (1024x768), X8R8G8B8 (D24S8) 83 fps  
Camera Pos: 0 1500 -1  
Range Expand: Add/Subtract Key, Center: Left, Right, Up, Down



## 높이맵 에 Quad Tree 적용 예

HAL (pure hw vp): NVIDIA GeForce 9500 GT (1024x768), X8R8G8B8 (D24S8) 60 fps  
Camera Pos: 0 1500 -1  
Range Expand: Add/Subtract Key, Center: Left, Right, Up, Down

