UML Design Documentation

NASA Farm Navigators

Version: 2.0

Date: September 2025

---

1. Class Diagram - Core System Architecture

```
┌─────────────────────────────────────────────────────────────
│              GameEngine                    │
├─────────────────────────────────────────────────────────────
│ - instance: GameEngine                     │
│ - gameState: GameState                     │
│ - dataManager: NASADataIntegrator          │
│ - resolutionManager: ResolutionManager     │
│ - depthAnalyzer: SoilDepthAnalyzer         │
│ - contextAdapter: FarmContextAdapter       │
├─────────────────────────────────────────────────────────────
│ + getInstance(): GameEngine                │
│ + initialize(config: GameConfig): void     │
│ + update(deltaTime: number): void          │
│ + switchResolution(resolution: number): void    │
│ + adaptToContext(context: FarmContext): void    │
└─────────────────────────────────────────────────────────────
                    │
                    │ manages
                    ▼
┌─────────────────────────────────────────────────────────────
│          NASADataIntegrator                │
├─────────────────────────────────────────────────────────────
│ - earthdataAuth: EarthdataAuth             │
│ - appEEARSClient: AppEEARSClient           │
│ - cropCASMAClient: CropCASMAClient         │
│ - worldviewClient: WorldviewClient         │
│ - dataCache: DataCache                     │
│ - resolutionMap: Map<DataType, Resolution[]>    │
├─────────────────────────────────────────────────────────────
│ + fetchSMAPData(depth: string): SMAPData        │
│ + fetchNDVI(resolution: number): NDVIData       │
│ + fetchGPMPrecipitation(): GPMData         │
│ + getDataAtResolution(type: string, res: number) │
│ + validateDataAccuracy(data: any): boolean      │
│ + explainDataLimitations(data: any): string[]    │
└──────────────────────────────────────────────────
                    │
                    │ uses
                    ▼
┌──────────────────────────────────────────────────
│          ResolutionManager                    │
├──────────────────────────────────────────────────
│ - availableResolutions: Resolution[]            │
│ - currentResolution: number                     │
│ - resolutionImpacts: Map<number, Impact>        │
├──────────────────────────────────────────────────
│ + switchResolution(meters: number): void        │
│ + compareResolutions(r1: number, r2: number)    │
│ + demonstratePixelSize(resolution: number)      │
│ + getDetectionCapability(res: number): string[] │
│ + educateResolutionTrade offs(): Tutorial       │
└──────────────────────────────────────────────────


┌──────────────────────────────────────────────────
│          SoilDepthAnalyzer                    │
├──────────────────────────────────────────────────
│ - surfaceData: SoilData (0-5cm)                 │
│ - rootZoneData: SoilData (0-100cm)              │
│ - deepSoilData: SoilData (100cm+)               │
│ - cropRootDepths: Map<Crop, number>             │
├──────────────────────────────────────────────────
│ + analyzeMoistureByDepth(depth: number): number │
│ + recommendIrrigationDepth(crop: Crop): string  │
│ + visualizeDepthProfile(): DepthVisualization   │
│ + teachDepthImportance(): EducationalContent    │
└──────────────────────────────────────────────────


┌──────────────────────────────────────────────────
│          FarmContextAdapter                   │
├──────────────────────────────────────────────────
│ - context: FarmingContext                       │
│ - scale: FarmScale                              │
│ - resources: ResourceAvailability               │
│ - constraints: Constraint[]                     │
├──────────────────────────────────────────────────
│ + adaptToSmallholder(): GameplayModifiers       │
│ + adaptToIndustrial(): GameplayModifiers        │
│ + adjustDataGranularity(scale: FarmScale): void │
│ + customizeObjectives(context: FarmingContext)  │
└──────────────────────────────────────────────────
```

```
┌─────────────────────────────────────────────────────────────
│              Farm                    │
├─────────────────────────────────────────────────────────────
│ - farmId: UUID                              │
│ - location: GeoCoordinate                      │
│ - size: number (hectares)                      │
│ - farmType: FarmType (SMALLHOLDER | INDUSTRIAL)   │
│ - fields: Field[]                              │
│ - livestock: LivestockUnit[]                   │
│ - waterRights: WaterAllocation                 │
│ - sustainabilityMetrics: SustainabilityScore     │
├─────────────────────────────────────────────────────────────
│ + createField(size: number, resolution: number)   │
│ + applyPrecisionAgriculture(data: NASAData): void │
│ + calculateWaterSavings(): number               │
│ + optimizeResourceAllocation(): AllocationPlan    │
│ + demonstrateROI(): FinancialMetrics            │
└─────────────────────────────────────────────────────────────
                 │
                 │ contains
                 ▼
┌─────────────────────────────────────────────────────────────
│              Field                   │
├─────────────────────────────────────────────────────────────
│ - fieldId: UUID                             │
│ - geometry: Polygon                            │
│ - soilType: SoilClassification                 │
│ - currentCrop: Crop                            │
│ - moistureProfile: MoistureData[]              │
│ - ndviHistory: NDVITimeSeries                  │
│ - appliedResolution: number                    │
├─────────────────────────────────────────────────────────────
│ + plantCrop(crop: Crop, date: Date): boolean      │
│ + irrigateWithPrecision(zones: Zone[]): void      │
│ + applyVariableRateFertilizer(prescription: Map)  │
│ + detectStressWithNDVI(threshold: number): Alert  │
│ + compareResolutionImpact(r1: number, r2: number) │
└─────────────────────────────────────────────────────────────
```

2. Component Diagram - System Architecture

```
┌─────────────────────────────────────────────────────────────
│              NASA Farm Navigators System                │
├─────────────────────────────────────────────────────────────
│                                                  │
│
```

```
┌─────────────────────────────────────────────────────────────────────
│
│ │          Presentation Layer          │  │
│
├─────────────────────────────────────────────────────────────────────
│
│ │  ┌──────────────────┐  ┌──────────────────┐  ┌──────────────────┐   │  │
│ │ │ Game UI  │ │Dashboard │ │ Tutorial │    │  │
│ │ │(Phaser.js)│ │ (React)  │ │  System  │    │  │
│ │  └──────────────────┘  └──────────────────┘  └──────────────────┘   │  │
│
└─────────────────────────────────────────────────────────────────────
│
│                  │                    │
│
┌────────────────────────────────────────────▼────────────────────────
│
│ │          Game Logic Layer          │  │
│
├─────────────────────────────────────────────────────────────────────
│
│ │  ┌─────────────────────┐  ┌─────────────────────┐  ┌──────────────────┐ │
│
│ │ │Farm Manager │ │Data Processor│ │Education │ │  │
│ │ │         │ │         │ │ Engine   │ │  │
│ │  └─────────────────────┘  └─────────────────────┘  └──────────────────┘ │
│
│ │  ┌─────────────────────┐  ┌─────────────────────┐  ┌──────────────────┐ │
│
│ │ │ Resolution │ │  Depth   │ │ Context │ │  │
│ │ │  Educator  │ │ Analyzer │ │ Adapter │ │  │
│ │  └─────────────────────┘  └─────────────────────┘  └──────────────────┘ │
│
│
└─────────────────────────────────────────────────────────────────────
│
│                  │                    │
│
┌────────────────────────────────────────────▼────────────────────────
│
│ │          Data Integration Layer          │  │
│
├─────────────────────────────────────────────────────────────────────
│
│ │  ┌──────────────────┐  ┌──────────────────┐  ┌──────────────────┐   │  │
│ │ │ AppEEARS │ │Crop-CASMA │ │Worldview │    │  │
│ │ │  Client  │ │  Client   │ │  Client  │    │  │
│ │  └──────────────────┘  └──────────────────┘  └──────────────────┘  │ │
│ │  ┌──────────────────┐  ┌──────────────────┐  ┌──────────────────┐  │ │
│ │ │  GLAM   │ │  VEDA   │ │  Data   │   │  │
│ │ │Connector│ │Connector│ │  Cache  │   │  │
│ │  └──────────────────┘  └──────────────────┘  └──────────────────┘  │ │
│
 └──────────────────────────────────────────────────────────────────────
│
│             │              │
│
 ┌─────────────────────────────────────────────▼────────────────────────
│
│ │         Infrastructure Layer          │  │
│
 ├──────────────────────────────────────────────────────────────────────
│
│ │  ┌──────────────────┐  ┌──────────────────┐  ┌──────────────────┐  │ │
│ │ │  AWS   │ │ Service │ │  Redis  │   │  │
│ │ │Services│ │  Worker │ │  Cache  │   │  │
│ │  └──────────────────┘  └──────────────────┘  └──────────────────┘  │ │
│
 └──────────────────────────────────────────────────────────────────────
│
 └──────────────────────────────────────────────────────────────────────
```

3. Sequence Diagram - Precision Irrigation Decision Flow

```
User   GameUI   Field   ResolutionMgr  DepthAnalyzer  NASAData  Education
 │      │      │       │         │         │        │
 ├──────────────▶│       │         │         │        │
 │ Select │      │       │         │         │        │
 │ Field  │      │       │         │         │        │
 │      ├──────────────▶│         │         │        │
 │      │ Get   │         │         │         │        │
 │      │ Status │         │         │         │        │
 │      │      ├─────────────────▶│         │         │        │
 │      │      │ Check    │         │         │        │
 │      │      │Resolution │         │         │        │
 │      │      │◀─────────────────┤         │         │        │
 │      │      │ 9km SMAP  │         │         │        │
 │      │      │       │         │         │        │
 │      │      ├─────────────────┼─────────────────▶│         │        │
 │      │      │       │  Analyze   │         │        │
 │      │      │       │  Depths    │         │        │
 │      │      │       │         ├─────────────────▶│        │
 │      │      │       │         │ Fetch SMAP │        │
```

```
|     |     |      |       | L3 & L4   |      |
|     |     |      |       |◄──────────────────┤       |
|     |     |      |       | Multi-depth |      |
|     |     |      |       |   Data    |      |
|     |     |◄─────────────────────┼───────────────────────┤        |      |
|     |     |      | Surface:25% |        |      |
|     |     |      | RootZone:45%|        |      |
|     |◄────────────────┤        |        |       |      |
|     | Display |      |        |        |      |
|◄──────────────┤ Alert  |      |        |       |      |
| Show
├────────────────┼───────────────────┼───────────────────────┼────────────────
| "Low  |     |      |       |       |      |
|moisture|     |      |       |       | Explain  |
| at 9km |     |      |       |       | Resolution|
| grid"  |     |      |       |       |◄──────────────────┤
|     |     |      |       |       | Tutorial |

|◄─────────────┼──────────────┼────────────────────┼───────────────────────┼────────
|     |     |      |       |       |      |
├──────────────►|     |      |       |       |      |
|Irrigate|     |      |       |       |      |
| Deep  |     ├───────────────────►|       |      |      |
|     |     | Apply   ├───────────────────────►|      |      |
|     |     | Variable | Calculate |       |      |
|     |     | Rate    | Root Needs |       |      |
|     |     |      |◄───────────────────────┤       |      |
|     |     |◄───────────────────┤ Zone Map  |       |      |
|     |◄────────────────┤ Updated |       |      |      |
|◄──────────────┤ Status |      |       |      |      |
| "30% |     |      |       |       |      |
| water |     |      |       |       |      |
| saved" |     |      |       |       |      |
|     |     |      |       |       |      |
```

4. State Diagram - Game Progression States

```
        ┌──────────────────────────┐
        |   START    |
        └──────────────────────────┘
             |
             ▼
        ┌──────────────────────────┐
        | MAIN MENU   |
        └──────────────────────────┘
             |
    ┌─────────────────┴─────────────────┐
    ▼                 ▼
┌─────────────────────────┐   ┌─────────────────────────┐
│  NEW PLAYER  │   │RETURNING USER │
└─────────────────────────┘   └─────────────────────────┘
    │                │
    ▼                │
┌─────────────────────────┐             │
│  TUTORIAL   │        │
│          │        │
│ 1. Resolution │        │
│ 2. Depth    │        │
│ 3. Context   │        │
└─────────────────────────┘             │
    │                │
    └─────────────────┬─────────────────┘
            ▼
       ┌─────────────────────────┐
       │ FARM SETUP  │
       │          │
       │ - Location  │
       │ - Scale    │
       │ - Context   │
       └─────────────────────────┘
            │
            ▼
       ┌─────────────────────────┐
    ┌──►│  PLAYING    │◄──┐
    │  │          │ │
    │  │ - Monitor   │ │
    │  │ - Decide    │ │
    │  │ - Act      │ │
    │  │ - Learn     │ │
    │  └─────────────────────────┘  │
    │     │      │
    │     ▼      │
    │  ┌─────────────────────────┐  │
    │  │DATA ANALYSIS │ │
    │  │          │ │
    │  │ - Resolution │ │
    │  │ - Depth     │ │
    │  │ - Accuracy   │ │
    │  └─────────────────────────┘  │
    │     │      │
    │     ▼      │
    │  ┌─────────────────────────┐  │
    │  │  ACTION    │ │
│ │         │ │
│ │ - Irrigation │ │
│ │ - Fertilizer │ │
│ │ - Harvest    │ │
│  └──────────────────────────────┘  │
│       │       │
│       ▼       │
│  ┌──────────────────────────────┐  │
│ │  FEEDBACK   │ │
│ │         │ │
│ │ - Results    │ │
│ │ - Education  │ │
│ │ - Score      │ │
│  └──────────────────────────────┘  │
│       │       │
│       ▼       │
│  ┌──────────────────────────────┐  │
 └───────┤ SEASON CHANGE ├────┘
   └──────────────────────────────┘
       │
       ▼
   ┌──────────────────────────────┐
   │  YEAR END    │
   │         │
   │ - Analytics  │
   │ - Achievements│
   │ - Insights   │
   └──────────────────────────────┘
```

5. Activity Diagram - Data Resolution Education Flow

```
   ┌──────────────────────────────┐
   │  START    │
   └──────────────────────────────┘
      │
      ▼
   ┌──────────────────────────────┐
   │Select Dataset│
   └──────────────────────────────┘
      │
   ┌────────────┴────────────────┬──────────────────┬────────────────────┐
   ▼         ▼     ▼      ▼
 ┌──────────────────┐  ┌──────────────────┐ ┌──────────────────┐ ┌──────────────────┐
 │SMAP 9km│  │MODIS  │ │Landsat │ │GPM 10km│
 └──────────────────┘  │250m  │ │30m   │ └──────────────────┘
   │    └──────────────────┘ └──────────────────┘    │
   └──────────────┬──────────┬────────────┘      │
        ▼        └──────────────────────────────────┘
   ┌─────────────────────────────┐
   │Show Pixel Grid  │
   │  on Farm Map    │
   └─────────────────────────────┘
        │
        ▼
   ◆ Can detect feature? ◆
   │              │
   │Yes             │No
   ▼              ▼
 ┌─────────────────────┐   ┌───────────────────────────┐
 │Show Feature │   │Explain Why Not  │
 │  Detected   │   │"Feature smaller │
 └─────────────────────┘      │ than pixel"     │
   │        └──────────────────────────┘
   │              │
   └──────────────┬─────────────┘
         ▼
   ┌─────────────────────────────┐
   │Compare Multiple  │
   │  Resolutions     │
   └─────────────────────────────┘
         │
         ▼
   ┌─────────────────────────────┐
   │Interactive Quiz  │
   │"Which resolution │
   │  for this task?" │
   └─────────────────────────────┘
         │
         ▼
   ◆ Correct Answer? ◆
   │            │
   │Yes           │No
   ▼            ▼
 ┌────────────────┐   ┌────────────────┐
 │Award XP  │   │ Explain  │
 │Progress  │   │ Concept  │
 └────────────────┘   └────────────────┘
   │            │
   └────────────┬────────────┘
        ▼
   ┌──────────────────────┐
   │ Save Learning│
   │   Progress   │
```

```
    └──────────────────────────┘
        │
        ▼
     ┌─────────────────┐
    │  END  │
     └─────────────────┘
```

6. Use Case Diagram - System Actors and Functions

```
           NASA Farm Navigators System

┌─────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────
│                               │
│   ┌───────────────────────────────────────────────────────────┐     │
│  │  Manage Farm with NASA Data  │     │
│   └───────────────────────────────────────────────────────────┘     │
│       ▲     ▲     ▲       │
│       │     │     │       │
│   ┌────────────────┴───────┐  ┌─────┴─────┐  ┌──────┴─────────────────┐   │
│  │ Student  │ │Farmer│ │ Educator  │  │
│   └────────────────────────┘  └──────────┘  └────────────────────────┘   │
│       │     │     │       │
│   ┌────────────────▼─────────────────────────────────▼───────────────────┐   │
│  │                  │  │
│  │  ┌──────────────────────────┐   ┌──────────────────────────┐ │  │
│  │ │Learn Data   │ │Apply Precision│ │  │
│  │ │Resolution   │ │Agriculture   │ │  │
│  │  └──────────────────────────┘   └──────────────────────────┘ │  │
│  │                  │  │
│  │  ┌──────────────────────────┐   ┌──────────────────────────┐ │  │
│  │ │Understand   │ │Compare Farm │ │  │
│  │ │Soil Depths  │ │Contexts   │ │  │
│  │  └──────────────────────────┘   └──────────────────────────┘ │  │
│  │                  │  │
│  │  ┌──────────────────────────┐   ┌──────────────────────────┐ │  │
│  │ │Practice   │ │Track     │ │  │
│  │ │Irrigation  │ │Sustainability│ │  │
│  │  └──────────────────────────┘   └──────────────────────────┘ │  │
│  │                  │  │
│   └──────────────────────────────────────────────────────────────────────┘   │
│             │          │
│        ┌──────────────────▼──────────────────┐       │
│       │  NASA Data Sources │     │
│        ├─────────────────────────────────────┤       │
│       │ • AppEEARS      │     │
│       │ • Crop-CASMA     │     │
│           │ • Worldview       │         │
│           │ • GLAM            │         │
│           └──────────────────────────────────────────┘          │
│                                    │
│     ┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────┐    │
│  │      Administrator Functions      │   │
│     └──────────────────────────────────────────────────────────────────────┘    │
│           ▲                          │
│           │                          │
│      ┌─────────────────────┐                      │
│      │NASA Admin │                  │
│      └─────────────────────┘                      │
│           │                          │
│     ┌─────────────────▼────────────────────────────────────────┐        │
│  │ • Monitor Data Accuracy        │       │
│  │ • Update Educational Content    │       │
│  │ • Manage User Feedback          │       │
│  │ • Generate Impact Reports       │       │
│     └──────────────────────────────────────────────────────────────┘        │
│                                    │

└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────
```

7. Deployment Diagram - Infrastructure Architecture

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────
│                    Internet                          │
├──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────
│                                          │
│  ┌───────────────────────────┐   ┌───────────────────────────┐   ┌───────────────────────────┐
│
│ │  Desktop   │ │   Mobile   │ │   Tablet   │          │
│ │  Browser   │ │  Browser   │ │  Browser   │          │
│ │         │ │         │ │         │          │
│ │ ┌───────────────────┐ │ │ ┌───────────────────┐ │ │ ┌───────────────────┐ │        │
│ ││  PWA   ││ ││  PWA   ││ ││  PWA   ││          │
│ ││ Client ││ ││ Client ││ ││ Client ││          │
│ │ └───────────────────┘ │ │ └───────────────────┘ │ │ └───────────────────┘ │        │
│  └───────────────────────────┘   └───────────────────────────┘   └───────────────────────────┘
│
│     │          │          │            │
│      └──────────────────────────────────┼─────────────────────────────────┘             │
│             ▼                      │
│           ┌────────────────────────────────────────┐                    │
│           │  CloudFlare CDN    │                 │
│           │ (Global Edge Cache) │                 │
│      └──────────────────────┘          │
│            │                │
│            ▼                │
│     ┌──────────────────────────────────────┐          │
│    │    AWS Application Load      │         │
│    │      Balancer (ALB)        │         │
│     └──────────────────────────────────────┘          │
│            │                │
│    ┌──────────────────────┼──────────────────────┐          │
│   ▼         ▼         ▼         │
│  ┌──────────────┐  ┌──────────────┐  ┌──────────────┐
│
││  AWS ECS  │ │  AWS ECS  │ │  AWS ECS  │       │
││ Container │ │ Container │ │ Container │       │
││       │ │       │ │       │       │
││ ┌──────────┐ │ │ ┌──────────┐ │ │ ┌──────────┐ │       │
│││Node.js ││ ││Node.js ││ ││Node.js ││       │
│││App    ││ ││App    ││ ││App    ││       │
││ └──────────┘ │ │ └──────────┘ │ │ └──────────┘ │       │
│  └──────────────┘  └──────────────┘  └──────────────┘
│
│    │      │      │       │
│     └──────────────────────┼──────────────────────┘          │
│            ▼                │
│   ┌────────────────────────────────────────────────┐
│
│  │       AWS Services Layer         │       │
│   ├────────────────────────────────────────────────┤
│
│  │                    │       │
│  │  ┌─────────────┐    ┌─────────────┐     │       │
│  │ │ RDS     │     │TimescaleDB │     │       │
│  │ │PostgreSQL │     │Time Series │     │       │
│  │  └─────────────┘    └─────────────┘     │       │
│  │                    │       │
│  │  ┌─────────────┐    ┌─────────────┐     │       │
│  │ │ElastiCache │     │ Lambda  │     │       │
│  │ │ Redis   │     │ Functions │     │       │
│  │  └─────────────┘    └─────────────┘     │       │
│  │                    │       │
│  │  ┌─────────────┐    ┌─────────────┐     │       │
│  │ │ S3    │    │ SQS   │     │       │
│  │ │ Storage │    │ Queue  │     │       │
│  │  └─────────────┘    └─────────────┘     │       │
│  │                    │       │
│   └────────────────────────────────────────────────┘
│
```

```
│                │                        │
│                ▼                         │
│   ┌─────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│
│  │      External NASA Data Sources         │          │
│   ├─────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│
│  │                            │          │
│  │  ┌──────────────────┐  ┌──────────────────┐        │          │
│  │ │ AppEEARS │ │Crop-CASMA │        │          │
│  │ │  API    │ │ WMS/WCS  │        │          │
│  │  └──────────────────┘  └──────────────────┘        │          │
│  │                            │          │
│  │  ┌──────────────────┐  ┌──────────────────┐        │          │
│  │ │Worldview │ │   GLAM   │        │          │
│  │ │  GIBS    │ │   API    │        │          │
│  │  └──────────────────┘  └──────────────────┘        │          │
│  │                            │          │
│   └─────────────────────────────────────────────────────────────────┘
│
│                                        │
 └──────────────────────────────────────────────────────────────────────
```

8. Data Flow Diagram - NASA Data Processing Pipeline

```
          ┌──────────────────────────────┐
          │  NASA Satellites    │
          │  (SMAP, MODIS, GPM) │
          └──────────────────────────────┘
              │
              ▼
      ┌──────────────────────────────────────────────────────┐
      │       NASA Ground Stations        │
      └──────────────────────────────────────────────────────┘
              │
      ┌──────────────────────────┼──────────────────────────┐
      ▼          ▼          ▼
   ┌────────────────────┐  ┌────────────────────┐  ┌────────────────────┐
   │  AppEEARS   │ │  Crop-CASMA  │ │  Worldview   │
   │          │ │          │ │          │
   │ • Subset    │ │ • SMAP L3/L4 │ │ • GIBS Tiles │
   │ • Transform │ │ • WMS/WCS    │ │ • Imagery    │
   └────────────────────┘  └────────────────────┘  └────────────────────┘
      │          │          │
      └──────────────────────────┼──────────────────────────┘
              ▼
```

```
┌─────────────────────────────┐
│  Game Data Processor   │
├─────────────────────────────┤
│ • Resolution Validation │
│ • Depth Differentiation │
│ • Accuracy Checking    │
│ • Limitation Flagging   │
└─────────────────────────────┘
        │
┌────────────────┼────────────────┐
▼        ▼        ▼
┌───────────┐  ┌───────────┐  ┌───────────┐
│Simplified│  │Educational│  │ Context │
│  Data  │ │ Metadata │ │ Adapted │
└───────────┘  └───────────┘  └───────────┘
    │        │        │
└────────────────┼────────────────┘
        ▼
┌─────────────────────────────┐
│  Game State Manager  │
└─────────────────────────────┘
        │
        ▼
┌─────────────────────────────┐
│  Player Interaction    │
└─────────────────────────────┘
```

9. Package Diagram - System Modules

```
┌──────────────────────────────────────────────────
│          nasa-farm-navigators                │
├──────────────────────────────────────────────────
│                              │
│ ┌──────────────────────────────────────────┐     │
│ │          @nfn/core                │    │
│ ├──────────────────────────────────────────┤     │
│ │ • GameEngine                      │    │
│ │ • StateManager                    │    │
│ │ • EventSystem                     │    │
│ └──────────────────────────────────────────┘     │
│                              │
│ ┌──────────────────────────────────────────┐     │
│ │       @nfn/nasa-integration         │    │
│ ├──────────────────────────────────────────┤     │
│ │ • EarthdataAuth                   │    │
│ │ • AppEEARSClient                    │    │
│ │ • CropCASMAClient                    │     │
│ │ • WorldviewClient                    │     │
│ │ • DataValidator                      │     │
│ └─────────────────────────────────────────────────────────────┘     │
│                              │
│ ┌─────────────────────────────────────────────────────────────┐     │
│ │        @nfn/resolution-engine        │     │
│ ├─────────────────────────────────────────────────────────────┤     │
│ │ • ResolutionManager                  │     │
│ │ • PixelCalculator                    │     │
│ │ • DetectionAnalyzer                  │     │
│ │ • ComparisonVisualizer               │     │
│ └─────────────────────────────────────────────────────────────┘     │
│                              │
│ ┌─────────────────────────────────────────────────────────────┐     │
│ │         @nfn/depth-analysis          │     │
│ ├─────────────────────────────────────────────────────────────┤     │
│ │ • SoilDepthProfiler                  │     │
│ │ • RootZoneCalculator                 │     │
│ │ • IrrigationOptimizer                │     │
│ │ • DepthEducator                      │     │
│ └─────────────────────────────────────────────────────────────┘     │
│                              │
│ ┌─────────────────────────────────────────────────────────────┐     │
│ │        @nfn/context-adapter          │     │
│ ├─────────────────────────────────────────────────────────────┤     │
│ │ • SmallholderAdapter                 │     │
│ │ • IndustrialAdapter                  │     │
│ │ • ResourceConstraints                │     │
│ │ • ScaleAdjuster                      │     │
│ └─────────────────────────────────────────────────────────────┘     │
│                              │
│ ┌─────────────────────────────────────────────────────────────┐     │
│ │         @nfn/education               │     │
│ ├─────────────────────────────────────────────────────────────┤     │
│ │ • TutorialSystem                     │     │
│ │ • ProgressTracker                    │     │
│ │ • AssessmentEngine                   │     │
│ │ • CertificationManager               │     │
│ └─────────────────────────────────────────────────────────────┘     │
│                              │
│ ┌─────────────────────────────────────────────────────────────┐     │
│ │          @nfn/offline                │     │
│ ├─────────────────────────────────────────────────────────────┤     │
│ │ • ServiceWorker                      │     │
│ │ • CacheManager                       │     │
│ │ • SyncEngine                         │     │
│ │ • ConflictResolver                │    │
│  └─────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘    │
│                                   │
 └──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────
```