



## IPSP2021 INDUSTRIAL PROBLEM SOLVING WITH PHYSICS Trento, Italy - 19-24 July 2021

# RIASSUNTO DI PROBLEMI E SOLUZIONI DI IPSP2021

## ANTEMOTION

### DESCRIZIONE AZIENDA

AnteMotion è una joint venture di EnginSoft Spa (Italia), LHP Engineering Solutions Inc (USA) e V2R Srl (Italia), tre realtà del settore R&D dell'Industria Automotive, le cui competenze convergono in AnteMotion al fine di soddisfare le crescenti esigenze simulative del campo. Il loro core business è focalizzato sulla creazione di ambienti virtuali attraverso un motore di rendering in tempo reale per la formazione, la convalida e la valutazione della sicurezza funzionale sia dei driver virtuali che dei sistemi avanzati di assistenza alla guida dei sistemi ADAS. Il framework di simulazione è orientato al tempo reale e sfrutta un Real Time Engine (Unreal) sviluppato per il gioco che fornisce una qualità di rendering all'avanguardia di ambienti dinamici in realtà virtuale e proiezione a cupola.

### DESCRIZIONE PROBLEMA

Il successo della guida autonoma dipende dall'accuratezza dei sensori e del software utilizzati dall'auto. Il software è solitamente basato su una rete neurale artificiale (ANN) il cui scopo è interpretare i dati provenienti da una moltitudine di diversi tipi di sensori e produrre una decisione. I sensori possono essere telecamera, radar, sensore di prossimità e LiDAR (Light Detection and Ranging). L'accuratezza della ANN in generale dipende dalla dimensione e dalla qualità del set di dati. Un buon data set dovrebbe contenere "tutti" i possibili scenari che la rete gestirà durante l'operazione. Una volta addestrato, la rete viene testata su dati diversi da quelli utilizzati per l'addestramento. AnteMotion è in grado di fornire una piattaforma per testare (ed eventualmente addestrare) l'accuratezza di queste ANN generando set di dati virtuali.

Su questi concetti si inquadra il problema sottoposto a IPSP2021. In particolare, l'azienda ha chiesto di modellare accuratamente un sensore LiDAR all'interno del framework Real-Time Engine utilizzato per rendere la realtà virtuale. È necessario un modello fisico di un LiDAR per produrre dati reali dalla realtà virtuale utilizzata per testare l'accuratezza della ANN utilizzata nel software di guida autonoma. Un modello sbagliato produrrebbe dati falsi dalla sessione di guida che a loro volta darebbero un giudizio errato dell'accuratezza della ANN. Inoltre, l'azienda ha richiesto che il modello fosse leggero, poiché la loro intenzione è di eseguirlo in tempo reale. Per questo motivo, le prestazioni della simulazione e l'accuratezza fisica dovrebbero essere bilanciate per soddisfare entrambe le richieste.



## IPSP2021 INDUSTRIAL PROBLEM SOLVING WITH PHYSICS Trento, Italy - 19-24 July 2021

### DESCRIZIONE SOLUZIONE

La squadra ha analizzato il problema presentato dall'azienda da più punti di vista. I cervelli hanno adottato la strategia che potesse garantire la produzione di un modello proof-of-concept entro la durata dell'evento. Hanno deciso di sfruttare il modulo C++ già implementato di UE4 che calcola le intercettazioni geometriche dei "raggi" emessi dal LiDAR. Quindi, tutta la Fisica è stata implementata in uno script basato su Python che analizza le coordinate dell'intercetta provenienti da UE4 per calcolare la potenza restituita, assumendo una certa potenza. Tutte le operazioni sono state eseguite in tempo reale come richiesto dall'azienda. In effetti, è possibile eseguire il modello fisico mantenendo il frame rate tipico con cui viene eseguito UE4 (120 FPS nei test fatti dalla squadra). Il modello fisico tiene conto di tutti i principali fenomeni che influenzano le prestazioni di un vero LiDAR come diffusione, riflessione, assorbimento atmosferico, diffrazione (rose), riflessioni multiple (pistole), rumore di rilevamento ed efficienza del dispositivo.

La maggior parte di questi parametri dipende dal materiale. Per questo motivo il team ha creato un database in cui le proprietà dei materiali sono fissate da tre coefficienti che possono essere ottimizzati dall'utente finale. Il modo più accurato sarebbe quello di creare un database sperimentale in cui i coefficienti siano misurati direttamente attraverso esperimenti dedicati. Inoltre, la Fisica può essere migliorata aggiungendo l'effetto di rifrazione nei materiali dielettrici. Questo fenomeno può essere cruciale in ambienti dove è presente molto vetro come, ad esempio, in una città moderna o lungo strade con vetrine di negozi. Un altro effetto importante è la cosiddetta fata morgana, un miraggio che si vede lungo le strade durante l'estate. Soprattutto nelle città a clima caldo, l'asfalto diventa molto caldo, determinando una brusca variazione dell'indice di rifrazione dell'aria in prossimità della superficie, che provoca una deviazione verso l'alto dei raggi del LiDAR con ampi angoli di incidenza. Questo riduce la quantità di raggi restituiti e quindi le informazioni relative alla segnaletica orizzontale. Anche l'irraggiamento solare, che varia durante il giorno, va considerato perché intacca il sistema di rilevamento del LiDAR che diventa "cieco" in determinate circostanze.

Insomma, la squadra ha prodotto con successo un'implementazione di un modello fisico che include i principali fenomeni fisici coinvolti nei meccanismi di funzionamento del LiDAR. Il modello numerico risultante è in grado di funzionare in tempo reale insieme a UE4 che simula l'ambiente e un terzo software che visualizza l'output.



## IPSP2021 INDUSTRIAL PROBLEM SOLVING WITH PHYSICS Trento, Italy - 19-24 July 2021

# AREADERMA

## DESCRIZIONE AZIENDA

Areaderma opera come terzista nel settore cosmetico da quasi 30 anni, ed è in grado di offrire ai propri business-partners un servizio completo dallo sviluppo formulativo alla produzione ed al confezionamento di cosmetici e dispositivi medici di classe I e IIA. La quasi totalità delle formule è sviluppata internamente ed è di proprietà permettendo, unitamente al controllo dell'intero processo produttivo, di garantire elevati standard di qualità.

Nata come laboratorio di servizio alla Farmacia Morelli di Baselga di Piné si è evoluta negli anni fino a diventare l'attuale realtà industriale, certificata ISO9001 ed ISO22713, con un organico di quasi 70 persone ed un'importante struttura tecnica grazie alla quale è in grado di servire clienti e marchi di primo piano del settore cosmetico. Da sempre attenta all'ambiente è stata tra le prime aziende in Italia a sviluppare per sé e per i propri clienti intere linee di prodotto secondo i più avanzati disciplinari "green".

Oggi Areaderma è riconosciuta tra i più qualificati terzisti del settore, ricercata per la sua capacità di innovare ed innovarsi mantenendo allo stesso tempo l'originale attitudine a trattare ogni cliente come unico, progettando e realizzando su misura ogni prodotto anche a fronte di richieste limitate nelle quantità.

## DESCRIZIONE PROBLEMA

Il problema proposto dall'azienda riguardava lo studio di un sistema di raffreddamento basato su Heat Pipes. Essendo la vasca rotante, estraibile e realizzata in materiale plastico, la configurazione a bagnomaria non può essere sfruttata a causa dell'eccessiva complessità e/o del bassissimo rendimento. Per trovare un modo più efficiente per raffreddare le creme cosmetiche e se tale metodologia potrebbe essere in linea di principio implementata in un ambiente industriale, l'azienda ha proposto alla swarda di studiare se gli heat pipe possono essere dei buoni candidati per abbassare la temperatura della panna nel più breve tempo possibile e se questo dispositivo è da considerare tra le soluzioni utilizzabili nei loro processi.

L'obiettivo specifico è raffreddare una massa di crema cosmetica composta da una miscela di 75% di acqua e 25% di olio, abbassando la temperatura da 85 °C a 35 °C in 300 secondi. La superficie della vasca a disposizione per l'inserimento dei dispositivi di raffreddamento è a settore circolare in quanto l'area rimanente è necessaria per le parti meccaniche e per l'aggiunta degli ingredienti.

## DESCRIZIONE SOLUZIONE

Il problema proposto dall'azienda consisteva nel trovare un modo per raffreddare rapidamente una data massa di crema nel minor tempo possibile. Il metodo inizialmente proposto dall'azienda



## IPSP2021 INDUSTRIAL PROBLEM SOLVING WITH PHYSICS Trento, Italy - 19-24 July 2021

era quello di sfruttare gli heat pipe, elementi passivi con la capacità di trasferire velocemente il calore da un lato all'altro sfruttando l'espansione del vapore all'interno del tubo.

Inizialmente è stato sviluppato un primo sistema basato su heat pipe denominato Wall-E, questo ha permesso una migliore comprensione del principio di funzionamento degli heat pipe e dei loro principali limiti. I cervelli della squadra hanno scoperto che il problema principale dei tubi di calore è legato al raffreddamento efficiente della loro estremità del condensatore, che altrimenti interrompe il comportamento ciclico di questi elementi. Lo studio dei principi di funzionamento dei tubi di calore è stato inoltre svolto eseguendo alcune simulazioni in COMSOL.

Il lavoro è poi proseguito con lo sviluppo di due sistemi di raffreddamento: uno basato su heat pipe, evoluzione di Wall-E, e un altro che sfrutta solo la parte evaporativa del ciclo heat pipe, denominato SVAPO. L'evoluzione di Wall-E è consistita in un miglioramento del raffreddamento dei tubi di calore mediante l'utilizzo di ghiaccio, mentre SVAPO ha sfruttato l'evaporazione a bassa temperatura dell'acqua ottenuta riducendo la pressione in una camera di rame, con il vapore generato rimosso mediante una pompa da vuoto.

Alcuni esperimenti sono stati condotti raffreddando una massa d'acqua fissa utilizzando questi sistemi per misurarne l'efficienza. Il sistema basato su heat pipe si è rivelato più efficiente di SVAPO; tuttavia, SVAPO era solo in una fase iniziale di sviluppo e non funzionava nelle sue condizioni ottimali. La squadra ha quindi concluso che SVAPO può essere una possibile soluzione interessante per l'azienda, sia in termini di potenza dissipata, sia dal punto di vista pratico di attuazione.



## IPSP2021 INDUSTRIAL PROBLEM SOLVING WITH PHYSICS Trento, Italy - 19-24 July 2021

# TECHNOALPIN

## DESCRIZIONE AZIENDA

TechnoAlpin progetta e realizza impianti di innevamento chiavi in mano per i comprensori sciistici di tutto il mondo dal 1990. Il fatturato dell'azienda ha raggiunto i 230 Milioni. L'amore per la neve e la passione per l'innovazione hanno trasformato TechnoAlpin in un leader del settore, che si propone principalmente di offrire ad ogni cliente una soluzione personalizzata. Ogni impianto viene così sottoposto ad attenta valutazione per adeguarlo alle specifiche esigenze dei singoli clienti. La gamma di prodotti viene costantemente ampliata allo scopo di produrre neve di altissima qualità con la massima efficienza energetica. Oltre a soluzioni outdoor, TechnoAlpin propone anche soluzioni chiavi in mano per l'innevamento indoor, in modo da rendere accessibile ad ogni latitudine l'esclusiva esperienza della neve. Al know-how di TechnoAlpin si affidano oltre 2.400 clienti in più di 55 paesi, seguiti da oltre 700 dipendenti in 35 rappresentanze.

## DESCRIZIONE PROBLEMA

Un impianto di innevamento è costituito da diversi componenti: tubazioni, stazioni di pompaggio, pozzetti, bacini per la raccolta dell'acqua e i generatori di neve chiamati spesso "cannoni". Questi ultimi possono essere di diverse tipologie, principalmente li possiamo suddividere in turbine oppure lance. TechnoAlpin produce diversi modelli di turbine per la produzione di neve. Ogni turbina è dotata di una propria stazione meteo. Per poter produrre neve devono verificarsi determinate condizioni ambientali. In particolare, la combinazione di temperatura e umidità dell'aria, per gli addetti ai lavori definita come temperatura di bulbo umido, deve essere inferiore ad una certa soglia. Risulta quindi fondamentale disporre di valori meteo puntuali per ogni punto di innevamento. Le turbine sono solitamente dislocate ai bordi delle piste da sci ad una distanza di circa 50-100m l'una dall'altra. Può essere quindi che una turbina sia lontana qualche chilometro dall'altra e ad un'altitudine di anche 1000-1500m superiore. Questo significa che se con la turbina più a monte posso produrre neve perché ci sono le corrette condizioni ambientali, non è detto che ci siano le stesse condizioni nella turbina più a valle dell'impianto.

Tutte le turbine possono funzionare in modo automatico comandate dal software di gestione centralizzato. Risulta quindi fondamentale la corretta misurazione dei dati meteo puntuali, soprattutto nelle condizioni limite, cioè quando una variazione anche di mezzo grado comporta che dalla turbina esca acqua e non neve. Allo stesso modo una rilevazione non corretta può comportare un fermo della turbina quando invece potrebbe essere produttiva. La stazione meteo nei vecchi modelli di turbine TechnoAlpin veniva posizionata all'esterno della turbina. Nei nuovi modelli è stata invece integrata nella scocca di copertura della turbina.



## IPSP2021 INDUSTRIAL PROBLEM SOLVING WITH PHYSICS Trento, Italy - 19-24 July 2021

L'azienda voleva valutare un posizionamento alternativo della stazione meteo della turbina tale da poter rilevare con estrema precisione i valori ambientali senza che questi possano essere minimamente influenzati da parte di eventuali fattori che possano comportare un'alterazione dei valori stessi (ad esempio presenza di neve, ghiaccio in prossimità dei sensori, ecc).

### DESCRIZIONE SOLUZIONE

La squadra ha lavorato in modo parallelo con misure sperimentali sui generatori di neve presso la sede dell'azienda a Bolzano e con modelli teorici per caratterizzare il comportamento della temperatura all'interno della turbina.

I risultati mostrano chiaramente che la deviazione osservata tra la temperatura misurata all'interno o all'esterno della turbina dipendono dall'operatività della turbina stessa. Questi risultati derivano da diverse misure di temperatura effettuate in condizioni differenti: generatore all'interno o all'esterno del laboratorio, condizioni climatiche differenti all'esterno.

In particolare, le misure hanno confermato quanto precedentemente osservato dall'azienda per cui la temperatura all'interno dello scafo è più alta della temperatura esterna. La squadra si è quindi concentrata nello stabilire il coefficiente della differenza notata.

Attraverso lo studio termodinamico del sistema si sono analizzati i due contributi principali che causano il coefficiente di temperatura, cioè: l'energia trasferita dalla ventola all'aria sotto forma di pressione ed energia cinetica e l'energia dissipata che riscalda la turbina e l'aria al suo interno. Si è visto che l'approccio sperimentale e quello teorico hanno fornito risultati coerenti, provando quindi che i principali fenomeni fisici coinvolti sono stati identificati correttamente.

È stato infine consigliato all'azienda di svolgere una serie di test sperimentali in condizioni di lavoro tipiche, cioè in inverno e con basse temperature, per confermare ulteriormente il modello proposto, anche se le considerazioni termodinamiche studiate risultano comunque robuste.

I valori ottenuti dallo studio danno comunque la possibilità all'azienda di valutare interessanti idee per un nuovo design del dispositivo studiato.