

PROGETTO MOTION: UN NUOVO MODELLO DI BIKE SHARING TRA AI E MANUTENZIONE DIFFUSA

Giovanni Marangi, Gabriele Scalzi, Elvira Zazzera

Key4 srl – Società di consulenza tecnico scientifica - Contrada Baione, Monopoli- BARI – Italy

Tecseo Srl – Società di sviluppo servizi legati al bike sharing - Via S.P. Pedemontana SNC, Mozzagrogna (CH) - Italy

Nelle città di oggi, sempre più congestionate e alle prese con la necessità di ridurre le emissioni, il modo in cui ci spostiamo deve cambiare in fretta. MOTION è un progetto che immagina il bike sharing in una forma nuova, più vicina alle persone e più intelligente. Grazie all’intelligenza artificiale e al coinvolgimento attivo degli operatori locali – come bar, edicole o ristoranti – propone un sistema capace di risolvere molte delle criticità che oggi limitano la diffusione della mobilità condivisa: costi elevati, disorganizzazione, sprechi, manutenzione difficile. Questo articolo racconta come funziona la soluzione MOTION, quali problemi affronta e che impatti può generare, esplorando il modo in cui tecnologie digitali e reti di prossimità possano collaborare per costruire una mobilità davvero sostenibile e replicabile.

MOBILITÀ URBANA E CRITICITÀ DEI MODELLI ATTUALI

Nel cuore delle città contemporanee si concentra una tensione sempre più evidente: da un lato la necessità di offrire sistemi di trasporto efficienti, flessibili e accessibili a tutti, dall’altro l’obbligo non più rinviabile di ridurre drasticamente le emissioni di CO₂, lo stress infrastrutturale e l’impatto sanitario legato all’inquinamento urbano. A questa pressione ambientale e sociale si aggiungono i cambiamenti nei modelli di vita urbana, segnati da una crescente domanda di mobilità personalizzata, istantanea e integrata. In tale contesto, la mobilità condivisa – e in particolare il bike sharing – si è affermata come una delle risposte più promettenti. Tuttavia, la sua evoluzione si è finora scontrata con problemi di natura strutturale e gestionale: sistemi station-based rigidi e costosi, modelli free-floating caotici e vulnerabili, scarsa efficienza nei cicli di manutenzione, vandalismi, difficoltà di bilanciamento della flotta e impatti ambientali nascosti legati alla logistica operativa.

LA VISIONE INTEGRATA DI MOTION

È all’interno di questa cornice critica che si innesca il progetto “MOTION-Nuovo Business Model abilitato dal Framework AI-based per una innovativa soluzione di mobilità condivisa”. Detto in parole più semplici MOTION è un nuovo modo di organizzare il bike sharing, in cui si sfrutta l’intelligenza artificiale per ottimizzare i servizi dall’altro si cerca di coinvolgere più soggetti per affrontare le criticità del bike sharing. Il progetto ha proprio la peculiarità dell’adozione di una strategia ibrida. Infatti, unisce tecnologie avanzate di Intelligenza Artificiale (AI) a una gestione distribuita (ad esempio quella della manutenzione). L’obiettivo è duplice: da un lato, ottimizzare la gestione operativa delle e-bike attraverso

modelli predittivi e algoritmi intelligenti; dall’altro, decentralizzare le operazioni di cura quotidiana affidandole a una rete di operatori economici locali (es. ristoratori, edicolanti, albergatori) trasformandoli in veri e propri “nodi” della rete MOTION. Un modello di prossimità, dove la sharing mobility incontra il tessuto commerciale urbano, generando valore economico e sociale in modo capillare.



Figura 1 - Tra le principali sfide del Bike sharing ci sono i danneggiamenti del mezzo; il vandalismo, il furto; la redistribuzione delle biciclette e la loro manutenzione

UN’ARCHITETTURA DIGITALE MULTILIVELLO

A livello tecnico, MOTION si basa su una struttura digitale multilivello, pensata per trasformare grandi

quantità di dati in decisioni operative intelligenti. Il cuore di questa architettura è un framework computazionale distribuito, progettato per raccogliere, analizzare e restituire in tempo reale informazioni rilevanti per tutti gli attori coinvolti nel sistema di bike sharing [1].

Tutto parte dal primo livello, il cosiddetto Data Acquisition Layer. Qui entrano in gioco i dispositivi IoT installati su ogni bicicletta elettrica, veri e propri sensori intelligenti capaci di trasmettere costantemente dati come la posizione GPS, il livello di carica della batteria o lo storico degli spostamenti. Ogni mezzo diventa così un nodo mobile del sistema, connesso e tracciabile, in grado di comunicare in tempo reale con l’infrastruttura centrale.

Questi dati confluiscono nel secondo livello, il Cloud Layer, dove vengono ordinati, normalizzati e archiviati per essere poi utilizzati dai moduli di analisi. È in questo spazio computazionale che entra in azione l’intelligenza artificiale: algoritmi di machine learning interpretano le informazioni raccolte, imparano dai comportamenti d’uso, analizzano flussi e pattern e generano previsioni. In pratica, il sistema è in grado di anticipare situazioni critiche – come l’esaurimento delle bici in un nodo o l’accumulo eccessivo in un altro – e suggerire in anticipo le azioni correttive più efficaci.

Il terzo e ultimo livello è quello che tocca direttamente l’esperienza degli utenti e degli operatori: l’Application Layer. Qui si concentrano le funzionalità visibili, come la dashboard di controllo, accessibile tramite webapp o interfaccia web. Gli utenti possono vedere in tempo reale dove si trovano le biciclette disponibili, ricevere suggerimenti su dove ritrovarle o restituirle, e interagire con il sistema in modo semplice e fluido. Per gli operatori locali, invece, la stessa interfaccia fornisce informazioni sullo stato di salute delle bici presenti nel proprio nodo, permettendo di intervenire rapidamente con operazioni di base come la ricarica o la manutenzione ordinaria. Immaginiamo, un contesto in cui le bici condivise vengono prelevate in massa dalla periferia, e nel giro di un’ora

alcuni quartieri restano completamente sprovvisti di mezzi. MOTION, avendo già previsto questa dinamica grazie all’analisi dei dati storici combinati con le condizioni meteo e l’orario, segnala il potenziale squilibrio e propone agli utenti un incentivo per riconsegnare le bici in zone meno servite. Allo stesso tempo, notifica ai gestori locali, come una libreria o una caffetteria convenzionata, la necessità di controllare o ricaricare i mezzi, trasformando ogni punto della rete in una microstazione attiva, distribuita e intelligente.

PREVISIONE, AZIONE E RIEQUILIBRIO DINAMICO: RIBILANCIAMENTO E MANUTENZIONE COME CUORE OPERATIVO

Il valore aggiunto della soluzione risiede proprio nella sua capacità di coniugare previsione e azione. A differenza dei sistemi attuali che si limitano a registrare lo storico dei flussi, MOTION integra in un’unica architettura l’analisi della domanda, l’ottimizzazione dell’inventario, la proposta degli incentivi e la logistica di riequilibrio. Questo approccio consente di ridurre il numero di interventi tecnici, di prevedere i picchi di utilizzo, di limitare le aree a rischio di sovraffollamento o carenza di mezzi e di intervenire in modo flessibile con una combinazione di leve: la spinta gentile all’utente (user-based rebalancing) e l’intervento mirato dei mezzi di supporto (truck-based rebalancing), sempre nell’ottica della minimizzazione dei costi e delle emissioni [2].

Proprio il problema del ribilanciamento rappresenta infatti uno dei punti più critici nei sistemi di bike sharing. Quando le biciclette si accumulano in alcune zone della città e scarseggiano in altre, l’intero sistema entra in crisi. I modelli tradizionali tentano di affrontare il problema tramite ridistribuzioni pianificate, ma queste risultano spesso inefficaci, costose e inquinanti. MOTION affronta la questione con una strategia di ottimizzazione adattiva che prende in considerazione dati storici, condizioni meteorologiche, flussi di mobilità urbana, eventi programmati, e propone soluzioni dinamiche. Inoltre, la

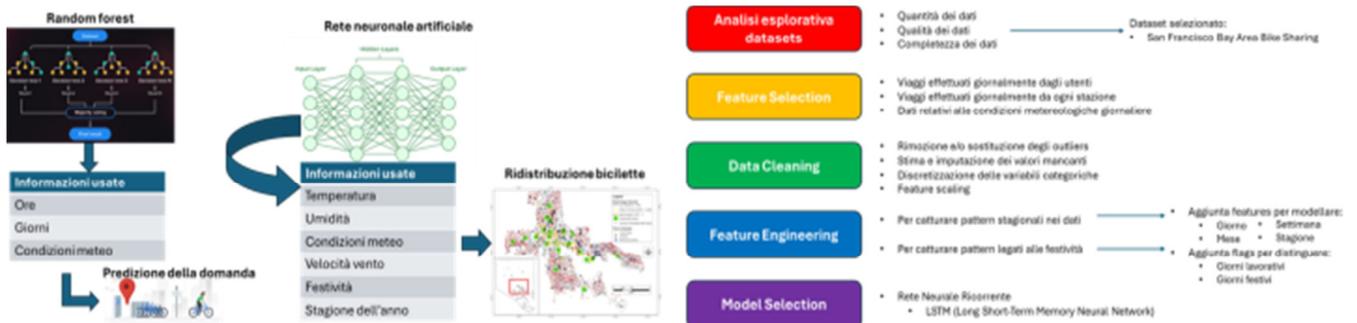


Figura 2 – a sinistra. Esempi di modelli di ML utilizzati nel bike sharing; a destra. Modello di dimostrazione tecnica

piattaforma, grazie ai nodi della rete costituiti da gestori commerciali (e.g. bar, tabaccherie, alberghi, etc.), è in grado di indicare in tempo reale le condizioni di ogni bicicletta, attivando la manutenzione direttamente grazie ai nodi gestiti dagli operatori locali. Questo riduce i tempi di inattività, allunga la vita utile dei componenti e migliora l'esperienza d'uso.

SOSTENIBILITÀ ECONOMICA E SCALABILITÀ

La manutenzione e il ribilanciamento, spesso sottovalutati, è invece il vero cuore economico dei sistemi di bike sharing. I costi legati alla sostituzione/ricarica delle batterie, al trasporto dei mezzi, ai pezzi di ricambio e al personale tecnico possono rappresentare fino a due terzi delle spese operative. A ciò si aggiungono i rischi ambientali legati allo stoccaggio delle batterie agli ioni di litio, i problemi di sicurezza, e la percezione negativa da parte degli utenti quando le biciclette si presentano sporche, danneggiate o inutilizzabili. MOTION affronta questi problemi in modo radicale: delegando le operazioni di first-care a soggetti già presenti sul territorio, si crea un modello sostenibile anche economicamente, in cui ogni nodo riceve una quota dei ricavi del noleggio e garantisce standard minimi di qualità (pressione pneumatici, catena lubrificata, batteria carica, pulizia). Un sistema in cui la qualità non è demandata a centri tecnici centralizzati ma garantita in tempo reale dalla rete di prossimità. Condivisione delle responsabilità e dei profitti di un mercato, quello della micromobilità, che è in forte espansione. Secondo il 6° Rapporto Nazionale sulla Sharing Mobility, il bike sharing ha registrato nel 2021 una crescita significativa con oltre 8 milioni di noleggi complessivi, e le stime europee indicano un aumento degli utenti fino a 30 milioni entro il 2027. MOTION si propone come una soluzione pronta per il mercato: il suo modello SaaS consente la scalabilità verticale (aumento di utenti e funzioni) e orizzontale (espansione in nuove città), con una roadmap già prevista per l'industrializzazione e il go-to-market.

CONCLUSIONI

Naturalmente, ogni innovazione comporta rischi e barriere. Il principale ostacolo è di natura culturale: la resistenza degli utenti ad abbandonare modelli tradizionali e la difficoltà di cambiare abitudini consolidate. Il progetto non si è limitato a proporre una soluzione tecnica, ma si è collocato all'interno di un più ampio disegno politico e sociale. Conformemente alle direttive del Green Deal europeo, MOTION contribuisce alla mitigazione dei cambiamenti climatici non solo riducendo le emissioni, ma anche promuovendo uno stile di vita attivo, resiliente, inclusivo.

L'utilizzo regolare della bicicletta ha dimostrato effetti positivi sulla salute mentale e fisica, contribuendo alla riduzione dei costi sanitari legati a sedentarietà, obesità e patologie cardiovascolari. Inoltre, la possibilità di creare una distribuzione capillare dei punti di accesso rende il sistema più equo e accessibile anche a chi vive in aree non centrali. MOTION, oltre all'aspetto operativo, contribuisce anche a colmare quel gap nella mancata integrazione tra modelli di previsione della domanda e ottimizzazione dell'inventario. Infatti, integra direttamente le funzioni decisionali all'interno del modello di intelligenza artificiale, offrendo un esempio concreto di deep learning applicato alla mobilità urbana [3]. I dataset prodotti, le tecniche sviluppate, le architetture modulari potranno essere riutilizzate anche in altri ambiti: logistica urbana, gestione della domanda energetica, organizzazione dei servizi urbani. In questo senso diventa uno strumento a supporto della sostenibilità urbana, trasformandosi in un esperimento sistemico che delinea una traiettoria concreta verso una mobilità urbana che non sia solo sostenibile in teoria, ma equa, replicabile, intelligente e davvero vicina alle persone.

ECOSISTER – progetto finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU – Piano Nazionale Ripresa e Resilienza (PNRR) - Missione 4 Componente 2 Investimento 1.5 – Avviso N. 3277 del 30/12/2021 del Ministero dell'Università e della Ricerca; protocollo dell'istanza ECS00000033, decreto di concessione del finanziamento n. 1052 del 23/06/2022, CUP D93C22000460001, "Ecosystem for Sustainable Transition in Emilia-Romagna" (Ecosister)

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] F. Ngeni et al., «Prediction of bike-sharing station demand using explainable artificial intelligence», *Machine Learning with Applications*, vol. 17, p. 100582, set. 2024, doi: 10.1016/j.mlwa.2024.100582.
- [2] M. Ricci, «Bike sharing: A review of evidence on impacts and processes of implementation and operation», *Research in Transportation Business & Management*, vol. 15, pp. 28–38, giu. 2015, doi: 10.1016/j.rtbm.2015.03.003.
- [3] K. Yu, K. Jin, e X. Deng, «Review of Deep Reinforcement Learning», in *2022 IEEE 5th Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC)*, dic. 2022, pp. 41–48. doi: 10.1109/IMCEC55388.2022.10020015.