

CU-BEMS, smart building energy and IAQ data

Electricity and indoor measurements of an office building in Bangkok, Thailand

Beschreibung

Dieses Dokument beschreibt die Veröffentlichung der detaillierten Gebäudebetriebsdaten, einschließlich Stromverbrauch und Innenumgebungsmessungen, des siebenstöckigen, 11.700 m² großen Bürogebäudes in Bangkok, Thailand. Die Stromverbrauchsdaten (kW) sind die der einzelnen Klimaanlage, der Beleuchtung und der Steckerlasten in jeder der 33 Zonen des Gebäudes. Die Daten des Innenumgebungssensors umfassen Messungen der Temperatur (°C), der relativen Luftfeuchtigkeit (%) und des Umgebungslichts (Lux) derselben Zonen. Die gesamten Datensätze sind im Minutentakt für den Zeitraum von 18 Monaten vom 1. Juli 2018 bis 31. Dezember 2019 verfügbar. Solche Datensätze können verwendet werden, um eine Vielzahl von Anwendungen zu unterstützen, z. B. auf Zonenebene, auf Stockwerkebene und Lastprognose auf Gebäudeebene, Entwicklung von thermischen Modellen für Innenräume, Validierung von Gebäudesimulationsmodellen, Entwicklung von Demand-Response-Algorithmen nach Lasttyp, Anomalie-Erkennungsmethoden und Reinforcement-Learning-Algorithmen zur Steuerung mehrerer AC-Einheiten.

Hintergrund

Der globale Energieverbrauch des Gebäudesektors, der sowohl Gewerbe- als auch Wohngebäude umfasst, liegt bei etwa 20 %. Angesichts des raschen Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstums wird der Energieverbrauch in Gebäuden von 2018 bis 2050 voraussichtlich um 1,3 % pro Jahr steigen; Dieser wachsende Energiebedarf hat weltweit erhebliche Bedenken hinsichtlich seiner negativen Auswirkungen auf die Umwelt geweckt. Um den steigenden Strombedarf zu decken, ist ein effizienter und kostengünstiger Betrieb erforderlich.

Die Einzigartigkeit des in diesem Dokument beschriebenen CU-BEMS-Datensatzes ist die Aufschlüsselung des Stromverbrauchs auf Gebäudeebene (kW) in jede Zone und jedes Stockwerk des Gebäudes. Der CU-BEMS-Datensatz erfasst den Betrieb einzelner AC-Einheiten, Beleuchtung und Steckerlasten in jeder Zone des Gebäudes in Intervallen von einer Minute. Dies sind drei Hauptlasten in gewerblichen Gebäuden. Zusätzlich werden in jeder Zone im Minutentakt entsprechende Raumklimasensordaten (Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Umgebungslicht) gemessen.

Methoden

Mitte 2018 wurde CU-BEMS – das Gebäudeenergiemanagementsystem, das an der Chulalongkorn University unter Verwendung eines offenen Standards IEEE1888 entwickelt wurde – im siebenstöckigen akademischen Bürogebäude der Chulalongkorn University installiert. Das Gebäude hat eine Fläche von rund 11.700 Quadratmetern mit einer Spitzenlast von rund 700 kW. Das CU-BEMS-Gesamtsystem umfasst Energy Monitoring Units (EMU), digitale Zähler, Multisensoren, Gateways und einen CU-BEMS-Server.

Energieüberwachungseinheit (EMU)

Ein EMU ist ein kommunizierender Stromzähler, der den Stromverbrauch von bis zu 36 Stromkreisen messen und über Ethernet LAN mit Modbus-Protokoll kommunizieren kann. Eine EMU besteht aus Potentialwandlern, einem Mikrocontrollermodul und einem Ethernet-basierten Kommunikationsmodul. Eine EMU kann mit bis zu 36 externen Stromwandlern (CT, Nennleistung bis 60 Ampere) verbunden werden. Basierend auf Strom- und Spannungsmesswerten berechnet die eingebaute Mikrocontrollereinheit den Stromverbrauch (Watt). Anschließend überträgt das Ethernet-Modul den berechneten Stromverbrauch über ein offenes Standard-IEEE-1888-Protokoll an den CU-BEMS-Server.

Digitales Messgerät

Jedes verwendete digitale Messgerät ist ein kommerzielles Standardprodukt (Siemens SENTRON PAC3100), das grundlegende Mess- und Überwachungsanwendungen bereitstellt. Es bietet offene Kommunikation mit Modbus RTU über die RS485-Schnittstelle. Es misst Strom, Spannung und liefert reale Blindleistungsmessungen und erfüllt die ANSI C12.16-Spezifikation (Genauigkeitsklasse 1,0, d. h. typischer Fehler von 1 %) für Verbrauchszähler.

Multi-sensors

Multisensoren wurden entwickelt, um Temperatur ($0\text{ }^{\circ}\text{C} - 90\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$), Luftfeuchtigkeit ($0-100\text{ \%rF} \pm 2\text{ \%rF}$) und Umgebungslicht ($0,11 - 10000\text{ Lux}$) zu messen. Daher umfasst es Temperatur-, Feuchtigkeits- und Umgebungslichtsensoren sowie ein Wi-Fi-Kommunikationsmodul.

Gateway

CU-BEMS-Gateways wurden im eigenen Haus entwickelt, um Daten von mehreren Sensoren zu sammeln. Jedes Gateway besteht aus einem Mikroprozessor und einem Ethernet-Modul. Es wurde entwickelt, um Daten in Intervallen von einer Minute zu sammeln.

Data Records

Die gesamten Datensätze sind in 14 Dateien mit kommasetrennten Werten (csv) nach Etage und Jahr der erfassten Daten unterteilt. Beachten Sie, dass für jede Etage des Gebäudes eine CSV-Datei bereitgestellt wird. Das ergibt insgesamt sieben CSV-Dateien für jedes Jahr. Da jede Datei Daten jeder Zone auf einer einzelnen Etage enthält, hat ein Benutzer die Flexibilität, mit beliebigen individuellen Zonen zu arbeiten, die (basierend auf den Spaltennamen) aus den CSV-Dateien extrahiert werden können.

Jede Datei kombiniert die Messungen, die in jeder Zone auf derselben Etage des Gebäudes in einem bestimmten Jahr verfügbar sind. Diese Messungen sind der Stromverbrauch (kW) einzelner Klimaanlage (AC), Beleuchtungslasten und Steckerlasten sowie die Umgebungssensordaten, einschließlich Innentemperatur (°C), relative Luftfeuchtigkeit (%) und Umgebungslicht (Lux). Beachten Sie, dass die überwachten Lasten die beiden Aufzüge und Notausgangsschilder nicht enthalten. Diese Lasten machten etwa 1–2 Prozent der gesamten Gebäudelasten aus.

Jede der Datendateien von 2018 hat 264.960 Zeilen, die Ein-Minuten-Intervalldaten (1.440 Datenpunkte/Tag) für 184 Tage während der zweiten Jahreshälfte 2018 angeben. Jede der Datendateien von 2019 hat 525.600 Zeilen, die eine Minute angeben Intervalldaten (1.440 Datenpunkte/Tag) für 365 Tage im gesamten Jahr 2019.

Die Anzahl der Spalten ist in jeder Datei unterschiedlich, abhängig von der Anzahl der Datenmessungen auf dem Boden.

Beispielsweise haben die Dateien 2018Floor1.csv und 2019Floor1.csv 11 Datenspalten und eine Zeitstempelspalte. Diese 11 Datenspalten sind: Zone 1 – Stromverbrauch (kW) von Beleuchtungslasten (eine Spalte); Zone 2 – Stromverbrauch (kW) von vier einzelnen AC-Einheiten, einer Beleuchtungslast und einer Steckerlast (sechs Spalten); Zone 3 – Stromverbrauch (kW) einer Beleuchtung und einer Steckerlast (zwei Spalten); und Zone 4 – Stromverbrauch (kW) von Beleuchtung und Steckerlasten (zwei Spalten). Etage 1 hat keinen Sensor.

Die Dateien 2018Floor2.csv und 2019Floor2.csv haben 36 Datenspalten, nämlich: Zone 1 – Stromverbrauch (kW) der AC-Einheit, Beleuchtungslasten und Steckerlasten sowie Innentemperatur (Grad C), relative Luftfeuchtigkeit (%) und Umgebungslichtbedingungen (Lux), gemessen in dieser Zone (sechs Spalten). Zone 2 – Stromverbrauch (kW) von 14 einzelnen AC-Einheiten, Beleuchtungslasten und Steckerlasten sowie Innentemperatur (Grad C), relative Luftfeuchtigkeit (%) und Umgebungslicht (Lux) in dieser Zone (19 Spalten); Zone 3 – Stromverbrauch (kW) von Beleuchtungslasten und Steckerlasten sowie Innentemperatur (Grad C), relative Luftfeuchtigkeit (%) und Umgebungslicht (Lux) in dieser Zone (fünf Spalten); und Zone 4: Stromverbrauch (kW) der AC-Einheit, Beleuchtungslasten, Steckdosenlasten und Innentemperatur (Grad C), relative Luftfeuchtigkeit (%) und Umgebungslicht (Lux) in dieser Zone (sechs Spalten).

Für Etage 3 bis Etage 7 hat jede Etage fünf Zonen. Jede Zone hat eine Lichtlast- und eine Steckerlastmessung. Auf jeder Etage befinden sich insgesamt sieben AC-Einheiten und vier Sensoren (die jeweils drei Größen messen: Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Umgebungslicht). Daher hat jede Datei 29 Datenspalten.

Für das gesamte Gebäude liegen Stromverbrauchsdaten von 55 einzelnen AC-Einheiten vor; Stromverbrauch von Beleuchtungslasten in 33 Zonen des Gebäudes; Stromverbrauch von Steckerlasten in 32 Zonen des Gebäudes (Zone 1 auf Etage 1 hat keine Steckerlast); und Temperatur-, Feuchtigkeits- und Umgebungslichtmesswerte an 24 Stellen (72 Werte) im Gebäude.